

令和 4 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 4 年 11 月 20 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 「製品のライフサイクル」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）

商品にはライフサイクルがある。すなわち、商品には、導入期（誕生）から成長期、成熟期、衰退期と進んで市場から撤退という生涯がある。商品が市場に出てから撤退するまでの間に4つのプロセスを通過する。市場の変化の激しい今日、新しい市場に出された製品のライフサイクルはどんどん短くなってきている。

商品が企画され、製品化されて顧客の手に渡し、使用されて廃棄されるまでに発生する全ての費用（コスト）を〔A〕という。顧客側からみると、取得コスト、運用コスト、廃棄コストの合計で示される。新製品のもたらす利益は、通常先の4つの段階の〔B〕によって論じられる。これは販売量の曲線と収益の曲線との関係で表現される。利益を増大するにはそれぞれの段階に適合した方策を採らなければならない。

（1）市場への導入期 導入期の製品は認知度が低く、企業としては商品から利益を上げるには最も困難な時期で、販売量はむろんのこと収益も少なく市場の開拓費が高くつく。この困難な時期を無事に乗り切れるか乗り切れないかが、その製品が成長するかしなにかのカギとなる。リスクも当然ある程度は覚悟しなくてはならない。従って企業としては、製品の価値を認知させることが最重要課題となる。好奇心が強く新しい商品が発売されるとすぐに購入するような市場に敏感な顧客である〔C〕やディーラに向かって販促活動を行なうほうが合理的である。ここで市場開拓できないと商品力のあるものをこの時期に市場から脱落させることになり、新製品の市場での成功率を下げてしまう。

（2）成長期 成長期は次第に顧客の認識が増して購買が急増し、市場が急速に拡大する時期で、売上高も大幅に増加していく。より多くの製品を出荷できるように〔D〕の拡大、製品取扱店を増やすなどの対策が必要になる。需要を大きく拡大する一方で、このあたりから他の企業の競合製品が市場に現れてくるので、市場内での競争が激しくなる。他社商品に埋もれないよう顧客の要望を取り入れ、魅力的な特徴を追加するなど〔E〕が必要である。成長期後半になるにつれ、コストが徐々に減少するため収益も増加する傾向がある。

（3）成熟期 売上と利益は成長期で急速に増加し、成熟期で購買力はピークを迎えた後に徐々に減少していく。企業にとって開発や生産、販売促進などの活動も徐々に必要なくなってくるため、費用は減少する傾向があり、コストに対する収益は高くなる。今日のようにライフサイクルが短くなれば、製品のこの周期の平均的な長さは非常に短くなるので、企業は当然この時期にできるだけ高収益を得て、商品に投資した費用を回収しようとするが、新機能を備えた競合製品との〔F〕に発展する可能性があるため、注意が必要である。商品を購入することによる便益を高く要望する人たちの要望を、競合企業よりもいち早く的確に収集し、商品へ取り入れていくことが大切である。商品の小改良（〔G〕）

を行なうなど、少しでも他社シェアを切りくずす、あるいは守っていくための戦略が必要になってくる。この時期は市場に製品が行き渡っているため、徐々に新規で利用する人が減少する。やがて衰退期がやってくる。

（４）衰退期 この時期には、製品の需要が衰退しはじめ、市場規模は小さくなっていく。多くの企業では市場の縮小により売り上げ、利益ともに減少していく。販売量の曲線よりも収益曲線の方に衰退の傾向が見えるのが一般的で、衰退期には利益が減少していく一方なので、この時期にはコストをおさえることである。企業として大切なことは、どのタイミングで へ向かうか、適切な時期を見極めることである。市場から撤退する際には、 を市場投入することで、「撤退ではなく、製品が移行した」というイメージを印象づけることが大切である。

以上のように、企業は、さまざまな取り組みにより顧客の要望に合致した商品を社会へ提供していくことが重要である。つくられた製品は商品として市場で販売される。商品の特性によって次々と新製品の候補を用意する必要がある。企業としては、商品のおかれている現状の市場特性、社会特性と照らし合わせて製品の誕生から廃棄までのライフサイクル各段階を意識した商品開発がのぞまれる。企業の行動は常に高い をもって行なわれなければならない。さもないと、商品のみならず企業の存続そのものを揺るがす社会問題にまで広がる可能性を持っている。

〔語句群〕

- | | | | |
|-----------|--------|-------------|-----------|
| ①新製品 | ②日程管理 | ③販売終了 | ④ブランディング化 |
| ⑤イノベータ | ⑥倫理性 | ⑦周期性 | ⑧価格競争 |
| ⑨最低のコスト | ⑩生産ライン | ⑪ライフサイクルコスト | |
| ⑫マイナーチェンジ | | | |

1-2 自動車産業では自動車の自動運転に関わる様々な技術開発が進められている。自動運転によるサービス化の実現には、自動車の自動化技術だけでなく他の輸送関連産業やインフラなど移動に関わる広範な連携が不可欠である。この取り組みが MaaS (Mobility as a Service) である。自動車にとどまらずこれからの製品は、機能・性能を中心としたハードウェア重視から、サービスとしての製品が注目されてくる。つまり、PaaS (Product as a Service) というわけである。「アズ・ア・サービス」に関して、以下の設問に設計者としての考えを述べよ。

(1) 工業製品の「アズ・ア・サービス」モデルと、従来の機能重視の製品との違いはどこにあるのか。工業製品のサービス化の意味とは何か。

(2) 貴社における製品の設計プロセスにおいて、サービスとしての製品化に向けた取り組みとして具体的に何をすべきか。

〔 2. 機械設計基礎〕

- 2－1 ある圧縮機の主軸に使われるすべり軸受において、適用される主軸の直径は 60mm、回転数は 400min^{-1} である。このすべり軸受に加わる垂直荷重が 9500N で、すべり軸受の長さを 100mm とするとき、軸受設計資料を参照し、下記の設問（１）～（３）に答えよ。解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に答えよ。

設問

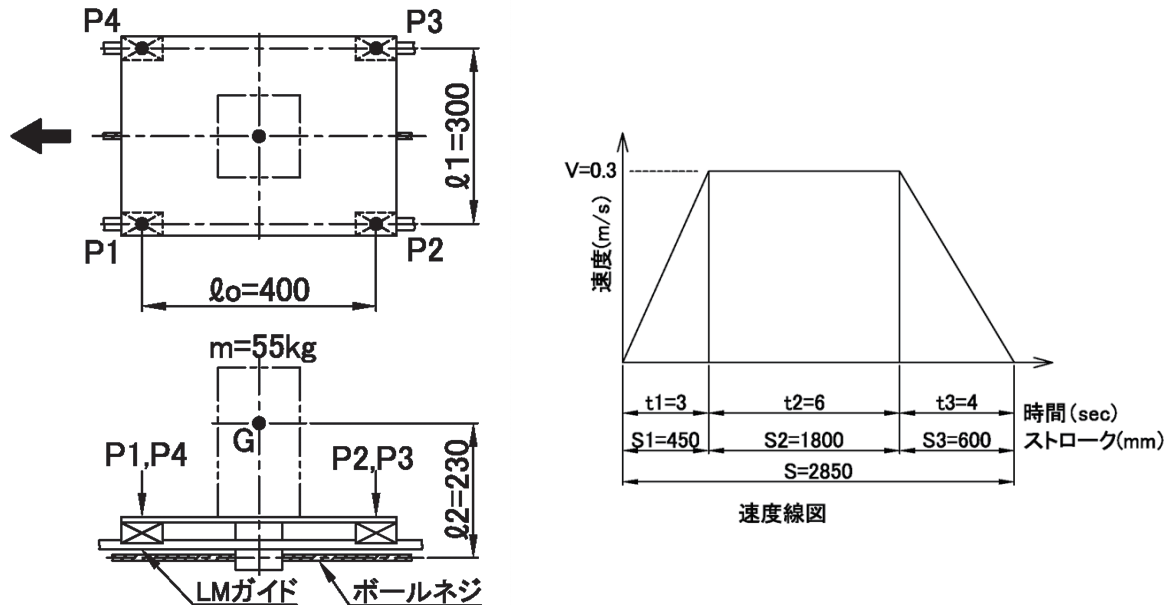
- （１） 最大許容圧力（ p ）を算出し、対象機器に対して評価せよ。
（２） 最大許容圧力速度（ pV ）を算出し、対象機器に対して評価せよ。
（３） 標準幅径比（ L/D ）を算出し、対象機器に対して評価せよ。

軸受設計資料

機械名	軸 受	最大許容 圧力 p MPa	最大許容 圧力速度係数 pV MPa・m/s	標準幅 径比 L/D
自動車用 ガソリン 機関	主軸受	$6^{2)} \sim 25^{3)}$	400	0.8 ～ 1.8
	クランクピン	$10^{1)2)} \sim 35^{3)}$	400	0.7 ～ 1.4
	ピストンピン	$15^{1)2)} \sim 45^{3)}$	—	1.5 ～ 2.2
往復ポンプ 圧縮機	主軸受	$2^{1)}$	2 ～ 3	1.0 ～ 2.2
	クランクピン	$4^{1)}$	3 ～ 4	0.9 ～ 2.0
	ピストンピン	$7^{1)2)}$		1.5 ～ 2.0
車両	軸	3.5	10 ～ 15	1.8 ～ 2.0
蒸気タービン	主軸受	$1^{1)} \sim 2^{3)}$	40	0.5 ～ 2.0
発電機、 電動機、 遠心ポンプ	回転子軸受	$1^{1)} \sim 1.5^{1)}$	2 ～ 3	0.5 ～ 2.0
伝動軸	軽荷重	$0.2^{1)}$		2.0 ～ 3.0
	自動調心	$1^{1)}$	1 ～ 2	2.5 ～ 4.0
	重荷重	$1^{1)}$		2.0 ～ 3.0
工作機械	主軸受	0.5 ～ 2	0.5 ～ 1	1.0 ～ 4.0
打ち抜き機、 シャー	主軸受	$28^{1)}$		1.0 ～ 2.0
	クランクピン	$55^{1)}$	—	1.0 ～ 2.0
圧延機	主軸受	20	50 ～ 80	1.1 ～ 1.5
減速歯車	軸受	0.5 ～ 2	5 ～ 10	2.0 ～ 4.0
1) 滴下またはリング給油 2) はねかけ給油 3) 強制給油 (出展：機械工学便覧)				

2-2 下図のようなボールねじ駆動で、2ブロックのリニアガイドを並列に用いたステージがある。ワークを搭載して搬送し、1サイクル当たり、1動作する。この搬送ステージについて、下記の設問（１）～（４）について答えよ。

解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に記述せよ。



<リニアガイド仕様>

- ・基本動定格荷重 C : 21.3 kN
- ・基本静定格荷重 C_0 : 31.8 kN

<リニアガイド計算式>

・平均荷重 $P_m = \sqrt[i]{\frac{1}{S} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^i \cdot L_n)}$

・定格寿命 $L = \left(\frac{C}{f_w \cdot P_m} \right)^i \times 50$

P_m : 平均荷重 [N]

P_n : 変動荷重 [N]

S : 総走行距離 [mm]

L_n : P_n を負荷して走行した距離 [mm]

i : 転動体により決まる定数

ボールを使用した LM ガイドの場合は「3」

L : 定格寿命 [km]

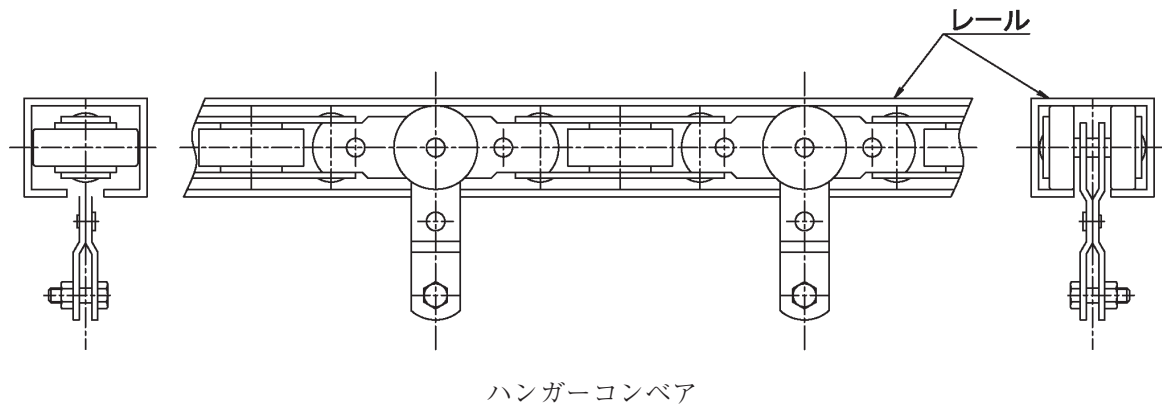
f_w : 荷重係数

設問

- (1) 速度線図における、ステージの加減速時の加速度 α_a 、 α_d [m/s^2] を求めよ。
- (2) リニアガイドの4つのブロックに対して、速度線図に示す等速時の負荷荷重 $\{P_1, P_2, P_3, P_4\}$ [N]、加速時の負荷荷重 $\{P_{a1}, P_{a2}, P_{a3}, P_{a4}\}$ [N]、減速時の負荷荷重 $\{P_{d1}, P_{d2}, P_{d3}, P_{d4}\}$ [N] を求めよ。
- (3) リニアガイドの4つのブロックの平均荷重 $\{P_{m1}, P_{m2}, P_{m3}, P_{m4}\}$ [N] を求めよ。
- (4) リニアガイドの4つのブロックの定格寿命距離 $\{L_1, L_2, L_3, L_4\}$ [km] を求めよ。
荷重係数 (f_w) は 1.5 とする。

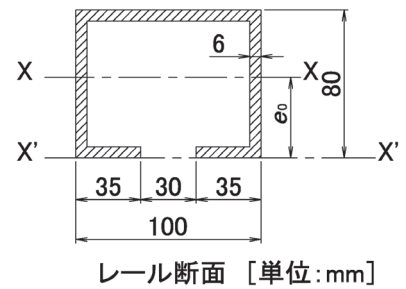
2-3 下図はハンガーコンベアの断面図を示している。レールの強度を確認するため、下記の設問（１）～（４）に答えよ。

解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に記述せよ。



設問

- （１） 図面の底辺、 $X'-X'$ からの中立軸 $X-X$ （図心）までの距離 e_0 [cm] を求めよ。
- （２） 中立軸 $X-X$ に関する断面二次モーメント I_x [cm⁴] を求めよ。
- （３） 中立軸 $X-X$ に関する断面係数 Z_x [cm³] を求めよ。
- （４） レールに加わる最大曲げモーメント $M=1100$ [kN・mm] の時、曲げ応力 σ [MPa] を求めよ。



〔3. 環境経営〕

現在世界における気候変動対策として、二酸化炭素を発生する化石燃料から、発生しない再生可能エネルギーへ変換しようという動きがみられている。エネルギー資源の乏しいわが国としては、今後どのようにエネルギー構成を考えていったらよいであろうか。

図1は2030年度のをが国の電源構成の見通しである。現状（2019年度）では76%程度が化石燃料、24%程度が非化石エネルギーであるが、新たな計画では2030年度に化石燃料を大幅に減らし、非化石燃料に置き換えていく計画である。

今後わが国が使うエネルギーを確保するためには、どのような課題があり、それに対し考えられる対策にどのようなものがあるか、環境や経済への影響も考慮して、あなたの考えを解答用紙1枚以内に記述せよ。

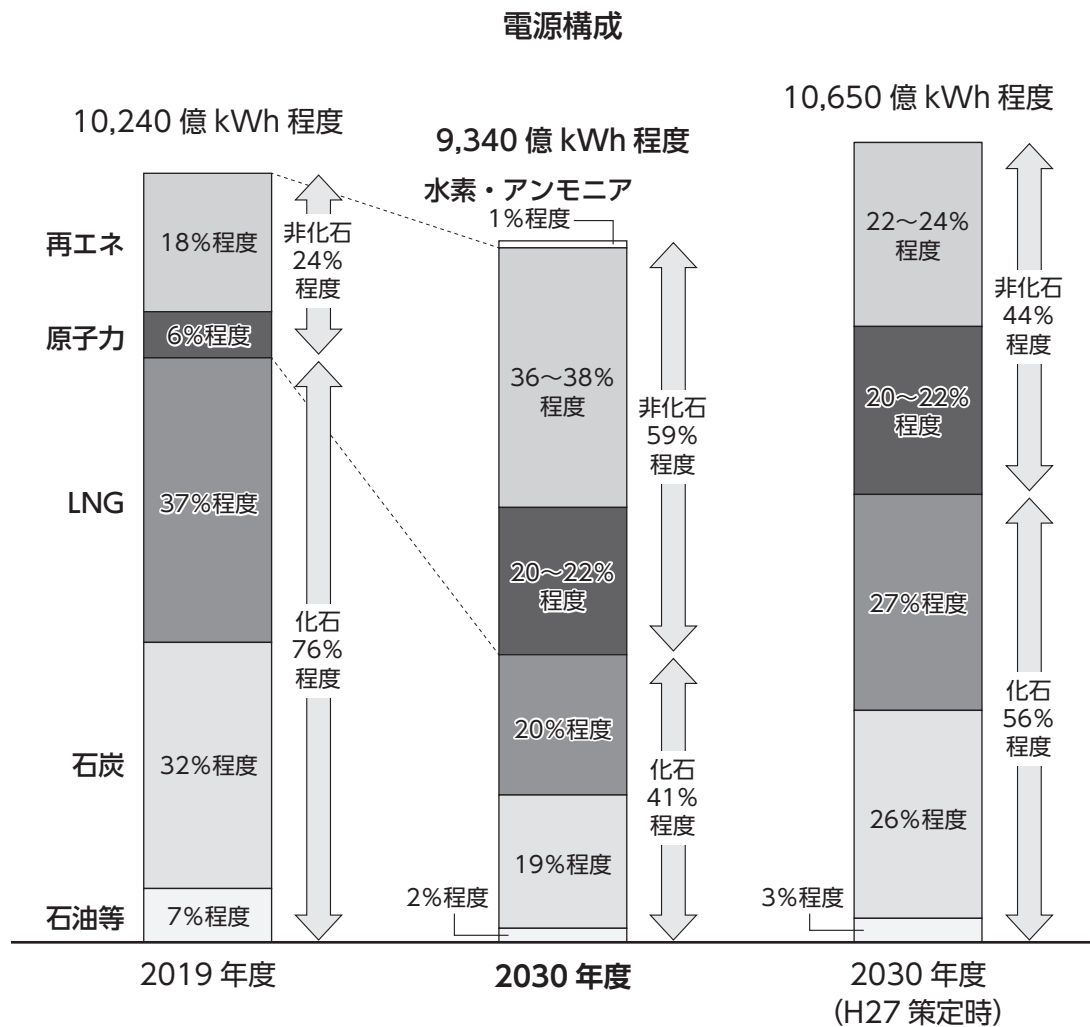


図1 2030年度の電源構成見通し

(出典：2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）令和3年10月 資源エネルギー庁)