

平成29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

平成29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 「新商品開発体制」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、下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答欄に記入せよ。

商品開発部門は常に市場動向を監視すると同時に、自社の〔A〕の位置づけと将来予測を的確に把握しておかなければならない。さらに、市場が多様化し、技術の進歩が早いので、商品開発の迅速化が重要な課題になる。

1. 市場調査

最近、特に経済の成長テンポが速い情勢下にあっては、商品のライフサイクルは短縮され企業間の競争が一段と激しさを増している。つまり〔B〕が熾烈になる一方で、能率アップのための機能が要求される。ユーザーニーズの先取り役である営業部門では、いち早くこれらの情報を入手し、〔C〕の把握と見直しを行わなければならない。同時に、既存商品に対する不満情報の収集も忘れてはならない。

2. 商品企画・要求品質機能展開表の策定

市場動向から吸い上げられた情報を基にした品質特性の設定も大切だが、設計計画段階で設計者がなぜこの機能構造を採用し、この設計品質特性を決定したのか、他人が納得できるように〔D〕に情報を伝えることが求められる。これを意図した有効な手法として、活用されているのが「要求品質機能展開表」である。通常、設計の初期の段階で製品の品質特性を決定するがその基準となるものは顧客ニーズである。その顧客ニーズを〔E〕に展開して顧客ニーズと品質特性を対応させたものが要求品質機能展開表である。要求品質機能展開表の作成目的は、次の通りである。①顧客ニーズをもれなく把握する ②顧客ニーズや商品コンセプトにあった品質特性（品質目標値や企画品質）を設定する

この要求品質機能展開表を見れば、これまで設計者の頭のなかで行なわれ見えにくかった顧客ニーズ（要求機能）から〔F〕への展開プロセスが明らかになる。

3. コストターゲットの設定と具体構想

商品の価格は市場が決める。つまりコストは、販売の第一線である営業部門の情報を重視して決めなければならない。これがコストターゲットとなり、商品企画から構想設計段階に至るまで、方策も含めて具体的に明確に詰めておかなければならない。

4. 新技術導入に当たっての決断

新しい機械要素の採用に当たってはメーカーのテスト資料や説明だけでは採用に踏み切れない。実際に採用した場合の ①耐久性（寿命）はどうか ②剛性はどうか ③衝撃に十分耐え得るか、またそのような場合の〔G〕はどうかなど比較検討すべき項目がたくさんある。自社で実験確認することが重要となる。

5. 生産量の設定

生産量すなわち販売台数は、内的には工場の設備による〔H〕に限界があるし、一方、外的には市場の動向や経済の成長の3～5年先の見通しを予測したうえで、生産販売台数

1-2 ICTを活用した設計部門の合理化の一つの方法として、PDM (Product Data Management) の採用が考えられる。PDMに関する以下の設問に設計者の立場から解答せよ。

設問1

PDMを設計プロセスの管理システムととらえたとき、その概念と目的について、3次元CADをキーワードとして述べよ。

設問2

PDMの進化したシステムとしてPLM (Product Lifecycle Management) があげられる。この場合のPLMの概念と目的について、PDMとの相関を中心に述べよ。

設問3

PLMのさらなる展開として、全社の企業戦略としてのPLMの概念を述べよ。

[2. 機械設計基礎]

2-1 単列深溝玉軸受の寿命計算についての下記の設問(1)、(2)に答えよ。

必要に応じ、次頁の「参考式」を参考にせよ。

解答は、解答用紙の解答欄に記述せよ。

設問：

(1) 単列深溝玉軸受(No.6308)が $750 [\text{min}^{-1}]$ (内輪回転)で、ラジアル荷重 $F_r=4000 [\text{N}]$ を受ける場合の寿命時間 $L_{ha1} [\text{h}]$ を求めよ。

ただし、信頼度係数は0.62、軸受特性係数・使用条件係数は1.0とする。

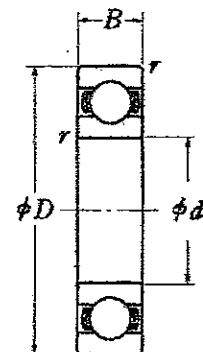
(2) 前問(1)において、更にアキシアル荷重 $F_a=1900 [\text{N}]$ が作用する場合の寿命時間 $L_{ha2} [\text{h}]$ を求めよ。

ただし、信頼度係数は0.62、軸受特性係数・使用条件係数は1.0とする。

単列深溝玉軸受基本定格荷重

(某軸受メーカーのカatalogより抜粋)

| 主要寸法 (mm) | | | | 基本定格荷重 (N) | | 係数 | 呼び番号 |
|--------------|-----|-----|-------------|---------------|----------|-------|-------------|
| d | D | B | r (最小) | C_r | C_{0r} | f_0 | |
| 40 | 52 | 7 | 0.3 | 6 350 | 5 550 | 17.0 | 6808 |
| | 62 | 12 | 0.6 | 13 700 | 10 000 | 15.7 | 6908 |
| | 68 | 15 | 1 | 16 800 | 11 500 | 15.3 | 6008 |
| | 80 | 18 | 1.1 | 29 100 | 17 900 | 14.0 | 6208 |
| | 90 | 23 | 1.5 | 40 500 | 24 000 | 13.2 | 6308 |



[参考式]

- 1) 単列深溝玉軸受の基本動定格荷重、疲れ寿命係数、速度係数の間には、次のような関係がある。

表1 軸受の基本定格寿命・疲れ寿命係数・速度係数の関係

| 区分 | 玉軸受 | ころ軸受 |
|--------|--|--|
| 基本定格寿命 | $L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^3 = 500f_h^3$ | $L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} = 500f_h^{10/3}$ |
| 疲れ寿命係数 | $f_h = f_n \frac{C}{P}$ | $f_h = f_n \frac{C}{P}$ |
| 速度係数 | $f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60n}\right)^{1/3}$ | $f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60n}\right)^{3/10}$ |

ここで、 L_h ：基本定格寿命 [h]

C ：基本動定格荷重 [N] P ：軸受荷重（動等価荷重）[N]

ラジアル軸受 C_r ラジアル軸受 P_r

スラスト軸受 C_a スラスト軸受 P_a

n ：回転速度 [min^{-1}]

f_h ：疲れ寿命係数

f_n ：速度係数

- 2) 方向と大きさが変動しないラジアル荷重とアキシアル荷重を同時に受ける場合のラジアル軸受の等価ラジアル荷重 P は、次の2つの式で求めた値のうち大きい方をとる。

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad \dots\dots ①$$

$$P = F_r \quad \dots\dots ②$$

P ：等価ラジアル荷重 [N]

X ：ラジアル荷重係数

Y ：アキシアル荷重係数

F_r ：ラジアル荷重 [N]

F_a ：アキシアル荷重 [N]

X 、 Y の値はそれぞれの右表を参照。

動等価荷重

$$P = XF_r + YF_a$$

| $\frac{f_0 F_a}{C_{0r}}$ | e | $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ | | $\frac{F_a}{F_r} > e$ | |
|--------------------------|------|--------------------------|-----|-----------------------|------|
| | | X | Y | X | Y |
| 0.172 | 0.19 | 1 | 0 | 0.56 | 2.30 |
| 0.345 | 0.22 | 1 | 0 | 0.56 | 1.99 |
| 0.689 | 0.26 | 1 | 0 | 0.56 | 1.71 |
| 1.03 | 0.28 | 1 | 0 | 0.56 | 1.55 |
| 1.38 | 0.30 | 1 | 0 | 0.56 | 1.45 |
| 2.07 | 0.34 | 1 | 0 | 0.56 | 1.31 |
| 3.45 | 0.38 | 1 | 0 | 0.56 | 1.15 |
| 5.17 | 0.42 | 1 | 0 | 0.56 | 1.04 |
| 6.89 | 0.44 | 1 | 0 | 0.56 | 1.00 |

静等価荷重

$$P_0 = 0.6F_r + 0.5F_a$$

ただし、 $F_r > 0.6F_r + 0.5F_a$ のときは、 $P_0 = F_r$ とする。

- 3) 信頼度係数・軸受特性係数・使用条件係数を考慮した場合の寿命時間 L_{ha} の計算式

$$L_{ha} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \quad [\text{h}]$$

ただし、 L_h ：基本定格寿命

信頼度係数 $a_1 = 0.62$ (信頼度 95%)

軸受特性係数 $a_2 = 1.0$ (材料の種類、品質、製造工程などによる寿命補正係数)

使用条件係数 $a_3 = 1.0$ (使用条件、潤滑状態などによる寿命補正係数)

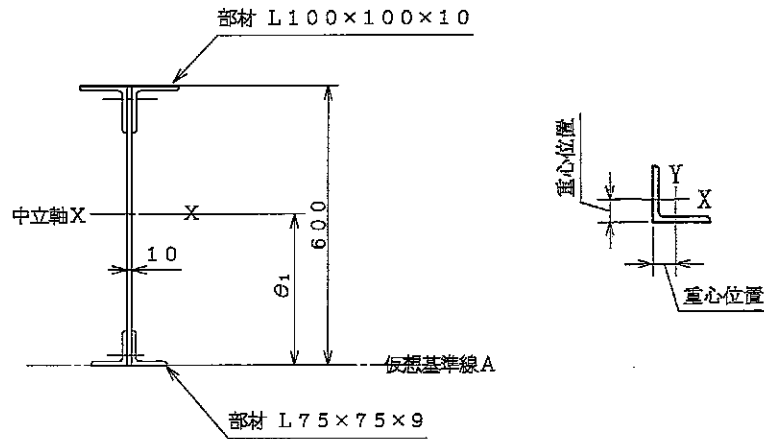
2-2 下図の断面に関する下記の設問(1)～(3)に答えよ。

解答は解答用紙の解答欄に記述せよ。

設問：

- (1) 仮想基準線Aから中立軸X-X(図心)までの距離 e_1 [cm]
- (2) 中立軸X-Xに関する断面二次モーメント I_x [cm⁴]
- (3) 中立軸X-Xに関する断面係数 Z_x [cm³]

を求めよ。



| 寸法 | 断面積 cm ² | 重心位置 cm | 断面二次モーメント X, Y軸 cm ⁴ |
|-------------|------------------------|------------|------------------------------------|
| L100x100x10 | 19.00 | 2.82 | 175 |
| L75x75x9 | 12.69 | 2.17 | 64.4 |

2-3 下図のような1本のケーブルで吊されたエレベータがある。

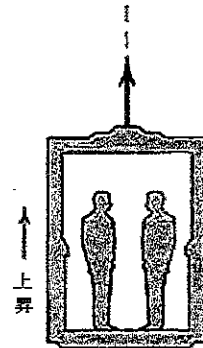
上昇中のエレベータの速度線図を横軸に時間 t [s]、縦軸に速度 v [m/s] をとって描くと、下図のようになったという。人間とエレベータ本体の総質量が 700 [kg] とした場合の下記の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

解答は、解答用紙の解答欄に記述せよ。

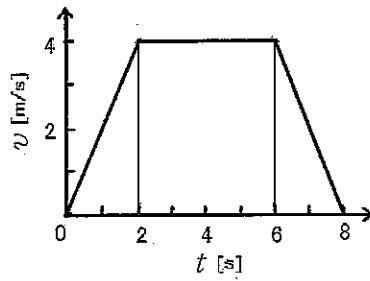
設問：

- (1) 加速中、ケーブルに作用する張力 T_1 [N]
- (2) 等速中、ケーブルに作用する張力 T_2 [N]
- (3) 減速中、ケーブルに作用する張力 T_3 [N]
- (4) スタートより停止までに移動する距離 H [m]

を求めよ。



図



速度線図

[3. 環境経営]

「機械設計と環境問題」に関する次の文章を読み、下記の〔設問〕に答えよ。

機械設計技術者は設計の際、機械が使用される場面で要求される機能・性能をどう織り込むか苦心する。むろん、価格や安全性も大きな配慮要素である。ここまでは20世紀型機械設計の考え方である。21世紀の機械設計は「環境や人間性」の要素を加えなければならない。いや、むしろ、環境・人間性の要素を先ず考え、その上で上記要素を入れて同時設計をせねばならない。

産業革命以降急速に発展した近代物質文明は、環境問題を無視した利便性・快適性のあくなき追求であった。その陰で、次第に環境を汚染し、資源を浪費して来た。その結果様々な環境問題が地球規模で顕在化し、今や人類の生存環境をも脅かす事態が生じている。その最たるものが「地球温暖化」である。

このような状況変化に伴い、企業の環境管理活動は、それまでの公害防止活動とは全く変わり、商品の設計や製造・販売といった企業経営の本丸に及ぶものへと変化した。そして、企業は環境問題を企業経営の中に取り込み、経営そのものと捉える時代になった。これが「環境経営」である。環境を経営の中にどう取り込むかで新たな競争力が生まれ、企業の優劣が決まる時代になった。

今までの様な社会・経済活動を続けて行けば、今世紀末には地球の平均気温は産業革命以前と比べ、4.8℃上昇（現在約1℃上昇）するとIPCC（国連の「気候変動に関する政府間パネル」）が世界に警告を発している。この気温では人類はもはや生存出来ないかもしれない。そこで、国連は温暖化ガス削減を検討する「気候変動枠組み条約締約国会議」を設け、世界規模の活動を始めた。

紆余曲折の末、2015年11月、2020年以降世界の全ての国が参加する温暖化抑制のための国際的枠組み「パリ協定」が採択された。この協定は地球の平均気温の上昇を2℃以下に、出来れば1.5℃以下に抑える努力をすることを世界の共通目標としている。そのため今世紀後半、世界の温暖化ガス排出をゼロにすることを目指すと言う、極めて厳しい協定である。

〔設問〕

あなたは機械設計技術者として、「機械設計と環境問題」をどう認識し、日々の設計活動に生かしていくか。そして、自社の発展、社会の経済成長と発展にどう貢献できるか。温暖化問題を念頭にあなたの考えを、添付の解答用紙1枚以内にまとめ記述せよ。

