

平成28年度
機械設計技術者試験
1級 試験問題 I

第1時限 9：30～11：30（120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28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 「設計技術者の育成と企業内教育」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、〔語句群〕から選び、その番号を解答欄に記入せよ。(重複使用不可)

日本の工業製品が、外国製品に比べ性能、品質が良く、低価格で使いやすいのは、設計・生産技術力が優れているためといわれている。ものづくりに携わる技術者は、新製品を創出するための研究、設計、生産など一連の業務を通して〔A〕の福祉に貢献するという使命を持っているが、特に、全ての産業の原点である設計は、工夫と創造の世界でもあり、常に新しい感性・感覚と技術の革新が求められている。

設計技術者育成についてまず考えなければならない点は、設計者が日常従事している仕事の業務についてである。企業として与えられる諸環境と、外部環境条件などに対処するために設計部門においてなすべき仕事は、市場にマッチした〔B〕、創造的能力による設計がまず中心となる。社会的環境の変化に対応し、多様なニーズの変化を的確に捉え、〔C〕の確保に努めていかなければならない。設計の仕事は頭脳的作業が中心となるので、設計工数算定についても、生産現場における生産工数算定と同じように〔D〕することは困難とされている。従って、設計者は、設計納期を満足し厳守するために早出、残業を強いられる。さらに最近では、経営サイドからの要請にも応えねばならないという苛酷な環境下にあることが多い。

次に設計者の作業環境について考えておかなければならない。設計者個人の生活と仕事の環境は、狭い住宅、遠距離通勤、早出、残業、混雑した乗り物など、精神的にも肉体的にも疲れた状態で果たして〔E〕が出来るであろうか疑問が生じる。在宅勤務やサテライトオフィス、フレックスタイムなど個人の生活と仕事の両立を見据えておく必要がある。設計室の環境としては、建物の状況、設計室のスペース、室内レイアウト、照明・色彩、空調・塵埃、騒音・振動などを適切にすることによって、よりよい設計が能率よく行なわれるよう配慮する必要がある。

最近の設計業務遂行の实体は、エンジニアリング会社の支援を受けて行なわれていることが多い。仕事も構想図程度を示せば、以降は一切の設計製図業務を引き受けるエンジニアリング会社が急増し、成果を上げている。事実、最近の大企業の設計者の仕事は、基本設計・設計仕様の決定にとどめ、具体的な〔F〕は、系列のエンジニアリング会社へ発注する例が増加している。その結果、大企業の設計者の多くは、具体的な設計や製図をする能力が未熟のまま年功を重ねる心配が生じている。細部まで設計した経験がないと、エンジニアリング会社から上がってきた設計図面を見て、その勘所がつかめず設計や図面ミスのチェックをすることも出来ず、〔G〕が進行してから指摘を受け、誤りに気づくという結果を招き易い。このように、エンジニアリング会社を活用することの影響についても配慮していく必要がある。

一方、企業の作り出す製品は、高品質、低価格が要求される時代となっている。この結果、

□H□・設計力の如何が、企業の優勝劣敗を左右するとまで言われる。外部への情報流出を避けたい企業は、これに対処するため企業内教育を重視し、効果的に能率よく教育することに頭を痛めている。企業の発展が設計技術者の創造力、応用力、□I□にまつとされるので、設計技術者の教育研修は、設計・製図の技法・テクニックを含めた技術的教育のみでなく、独創力、変革力、設計生産性、プレゼン能力を含め、設計思想の変革をも狙った内容にまで及びその範囲は広い。能率的かつ効果的な教育を行なえるよう、□J□を立て、実施する必要がある。

従来の企業内における技術者教育は、一般に、その受講対象を□K□および中堅社員中心に行なってきた。上級技術者、管理者を対象とした教育は、主に管理者教育、経営教育が中心であった。最近においては、ICT、IoT、3Dプリンター、VRなど□L□の発展、新素材の開発など、新分野に対応できる技術教育の必要性がますます高まってきている。現状維持を壊すのはトップ層しかいない。新技術、新手法の現状と将来動向に対する明確な□M□と時勢眼を、上層幹部が率先して持つという態度が重要となった。これら幹部層の意図に基づき、新しい製品が生み出せるよう、技術者全体の能力のレベルアップを図ると共に、現場の階層（上級技術者、中堅技術者、初級技術者、新入社員技術者）別にそれぞれのニーズを把握した教育がなされるべきである。創造的技術、応用能力を常に引き出しうるためには、基礎レベルをアップさせることが必要である。応用能力は、□N□の習熟なくしてはありえないので、基礎的な技術教育の充実が重要である。

利益はあくまで価値や顧客創造によってもたらされる。今後の企業の発展は自主技術開発を強力に進めることが前提である。企業内教育は、技術者個々が持つ□O□に応じて次の要求を意図的に盛り込んだ研修内容を整えて実践していくことが重要である。

- 1) 科学技術、技術革新に対応する知力の養成
- 2) 技術の現状、将来動向に対する的確な知力の養成
- 3) 新技術、周辺技術、境界技術の研修習得
- 4) 基礎技術、基礎学力の習熟と充実
- 5) 応用技術力の養成
- 6) 国際化の進展に備えた語学教育、特に英語教育の実践

以上のように考えてくると、企業内技術教育の幅は広く、また深いものである。

〔語句群〕

- | | | | |
|-------|--------|--------|--------------|
| ①日程計画 | ②教育体系 | ③知力 | ④新製品開発 |
| ⑤人類社会 | ⑥技術スキル | ⑦指示能力 | ⑧商品の安全性 |
| ⑨新入社員 | ⑩製作過程 | ⑪基礎技術 | ⑫よい設計 |
| ⑬判断力 | ⑭設計製図 | ⑮技術開発力 | ⑯デジタル・テクノロジー |

1-2 平成28年度、政府の成長戦略として、情報技術や人工知能を用いた産業の高度化を図る第4次産業革命の推進が掲げられている。第4次産業革命に関わる以下の設問について、考えを解答用紙に記述せよ。

設問1

ドイツの提唱するインダストリー4.0では、IoTの活用による「つながる工場」や「スマート工場」などのキーワードが見られる。今まで設計の現場では3次元CADモデルデータをベースにモノづくりが進展している。3D-CADを技術情報の中核と考えたとき、スマート工場としてどのような展開が推定できるか思うままに述べよ。

設問2

ビッグデータの活用やデータの一元管理など、組織を超えた技術革新（オープンイノベーション）が進展する中で、ネットワーク化に関して留意すべき点を述べよ。

〔2. 機械設計基礎〕

2-1 図1に示すように、2枚の鋼板をJIS・M16の鋼製ボルト・ナットで締結させている。

図2は、ボルト締結体の締付け線図で、軸力と変形量の関係を示す。

表1は、ボルトの各種基準寸法・仕様を示す。

ボルトのばね定数 $K_t = 5 \times 10^5$ [N/mm], 鋼板の圧縮ばね定数 $K_c = 2 \times 10^6$ [N/mm]

として、下記設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) ボルトねじ部の有効断面積に生じる引張応力が 120 [N/mm²] になるように締付けるときの初期締付け力 F_f を求めよ。
- (2) 2枚の鋼板を引き離そうとする外力 $W_a = 8 \times 10^3$ [N] が作用したとき、ボルトに生ずる引張り力 F_t と、初期締付け力 F_f を含めた引張り力 F_1 を求めよ。
- (3) 外力 W_a が作用したときの鋼板の締付け力 F_2 を求めよ。

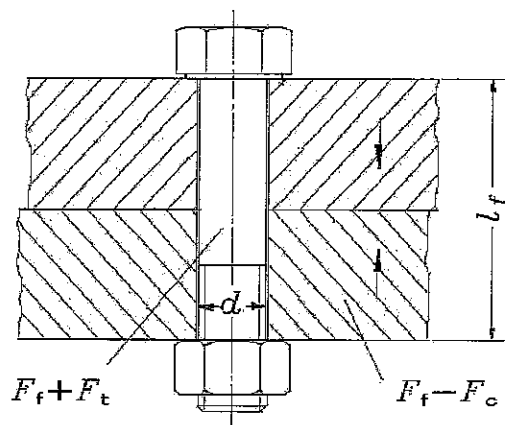


図 1

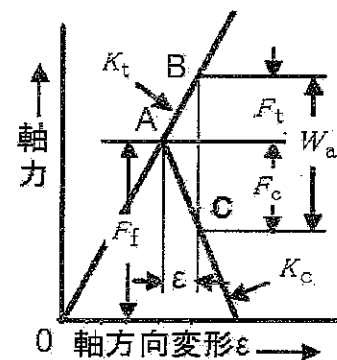


図 2

表1 ボルトの各種基準寸法・仕様

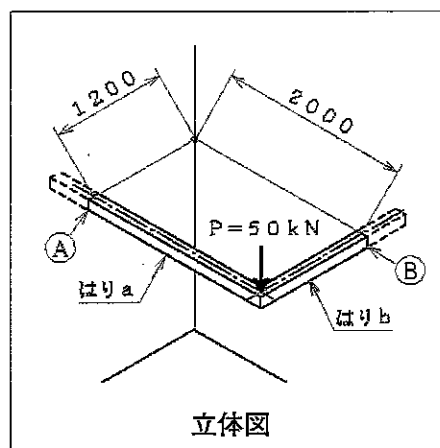
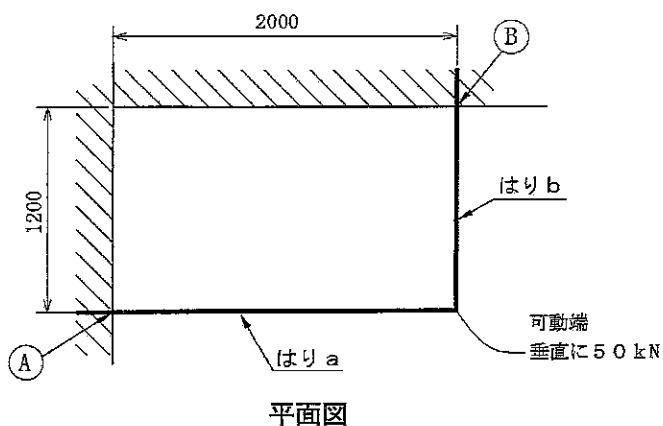
項目	おねじ外径の 基準寸法 d [mm]	おねじ有効径の 基準寸法 d_2 [mm]	おねじ谷の径の 基準寸法 d_1 [mm]	ねじのピッチ P [mm]	締付け長さ l_f [mm]	メートルねじの 有効断面積 A_s [mm ²]
M16	16.000	14.701	13.835	2.00	70	157

2-2 下図に示すような壁面より張り出した片持ばり a, b の交差部に垂直荷重 $P=50$ [kN] が作用している場合の下記の設問に答えよ。

支持点 A, B に生じる反力 R_A, R_B [kN] と、はり a, b の最大曲げモーメント M_A, M_B [kN・m] を求めよ。

ただし、部材 a, b は同じ材料とする。

必要に応じて下記〔参考〕の片持ばりのたわみ計算式を利用せよ。



〔参考〕

片持ばりのたわみ計算式

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3E \cdot I}$$

P : 垂直荷重

L : 支持点から力点までの距離

E : はりの縦弾性係数

I : はりの断面二次モーメント

2-3 下図のように質量 M_1 , M_2 の回転体を取り付けた回転軸の危険回転速度に関する下記の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

ただし、軸自身の質量は、取付けた回転体の質量に比べて小さく無視できるものとする。

- (1) 図 (a) に示すように軸上の点Aに質量 $M_1=12\text{ kg}$ を取り付けたところ、その重さによって軸上の点Aは $y_a=1\text{ mm}$ たわんだ。図 (a) に示す軸の危険回転速度 n_1 (毎分回転数) を求めよ。
- (2) 図 (b) に示すように軸上の点Bに質量 $M_2=20\text{ kg}$ を取り付けたところ、その重さによって軸上の点Bは $y_b=1.7\text{ mm}$ たわんだ。図 (b) に示す軸の危険回転速度 n_2 (毎分回転数) を求めよ。
- (3) 図 (c) に示すように軸上の点Aに質量 M_1 , 点Bに質量 M_2 を取り付けた回転軸の危険回転速度 n_c (毎分回転数) を上記の設問 (1), (2) の解答を利用して求めよ。必要に応じて、添付 [参考式] を利用せよ。

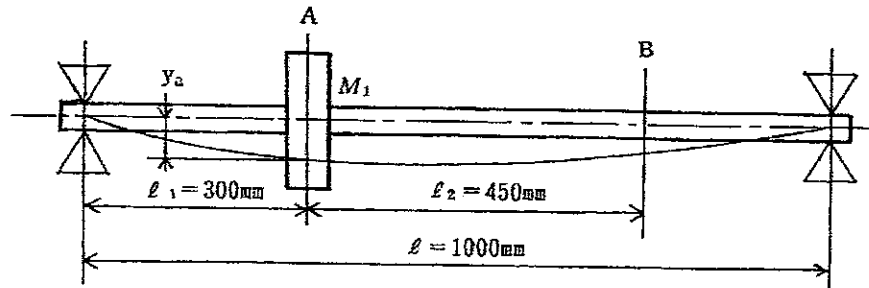


図 (a)

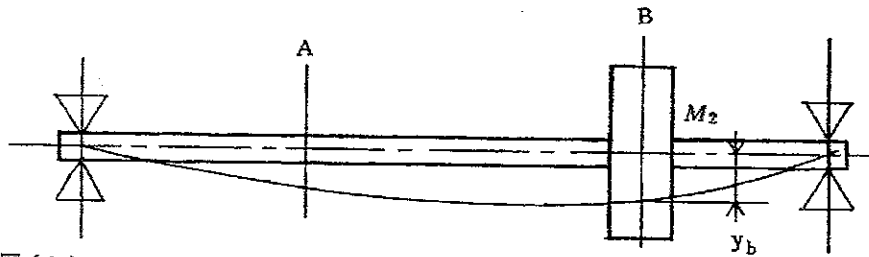


図 (b)

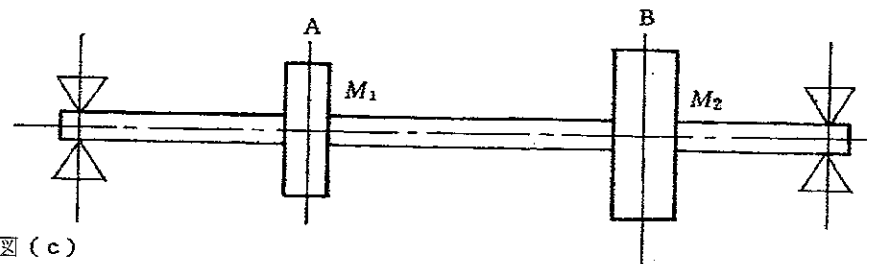


図 (c)

[参考式]

ダンカレーの実験式 (軸の自重を考慮しない場合)

$$\frac{1}{n_c^2} = \frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2} + \dots$$

n_c : 軸の危険回転速度 [min^{-1}]

n_1, n_2, \dots : 各回転体がそれぞれ単独で軸に取り付けられた場合の危険回転速度 [min^{-1}]

〔3. 環境経営〕

「地球温暖化対策計画」に関する次の文章を読み、下記の〔設問〕に答えよ。

2015年に開催されたCOP21（第21回国連気候変動枠組み条約締約国会議）で、2020年以降の温暖化を抑制する新たな国際的な枠組みとなる「パリ協定」を採択した。これを受けて政府は、温暖化対策の取組方針として「地球温暖化対策計画」を策定し、2016年5月末の伊勢志摩サミットで世界に公表した。

COP21に先駆け、2015年7月、「2030年までに2013年比26%削減」と温室効果ガス削減の中期目標を定め、国連に提出していた。上記の計画は、この目標を実現するための国内の取り組みを示したものだ。「2050年までに80%の削減」を目指す長期目標も盛り込み、長期にわたる温暖化対策の方向性を示した。

各部門ごとの温暖化ガス削減目標は2013年比、

- ・産業部門・・・7%削減
- ・業務・オフィス部門・・・40%削減
- ・家庭部門・・・39%削減
- ・運輸部門・・・28%削減
- ・発電部門・・・28%削減

2030年目標を達成するための対策として、

- ・産業部門・・・低炭素社会実行計画の着実な実施
- ・業務・オフィス部門・・・
 - 省エネ性能の高い設備・機器の導入
 - LED照明の普及率100%
 - ゼロエネルギービルの普及
- ・家庭部門・・・LED照明の普及率100%
- 新築注文住宅のゼロエネルギー化
- ・運輸部門・・・新車販売の50～70%をハイブリッド車や電気自動車にする
- ・発電部門・・・再生可能エネルギーを最大限導入
- 原発再稼働、火力発電の高効率化、CO₂の回収処理

などの施策を盛り込んだ。しかし、原発問題の不透明さや多くの技術革新が前提となっており、目標達成には高いハードルが待っている。全国民が温暖化対策の重要性を理解し、難題の解決に向けてその役割を果たさねばならない。

〔設問〕

あなたは機械設計技術者として、悪化する温暖化問題の対策にどう貢献できるか。また、温暖化対策を経済成長と両立させるためにはどうすべきかなど、あなたの考えを解答用紙1枚以内に記述せよ。