

平成27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
2. 機械総合基礎
3. 環境経営

平成27年11月15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 「開発設計部門の業務革新」に関する下記の2つの文章(1)、(2)の中の空欄を埋めるのに最も適切な語句を、それぞれの文章の下にある[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)

### (1) 源流管理について

一般的な商品化までの流れは、商品企画、設計、調達、製造、物流、販売の流れをとる。商品開発が終わった後は、商品の具体的な販売方法が検討されたのち、顧客への販売という流れになる。この流れを川の流れにたとえて、開発段階を源流または上流、販売を下流と呼んでいる。商品としての完成度は、源流から下流に向かって高くなる。実際の開発では、より後の段階で、性能などに不都合が見つかった場合、設計部門に差し戻され設計がやり直しになることがある。このとき下流から源流へ商品がとなると、当初予定した納期に間に合わせるためには、短時間で商品の改良を実施する必要が起こる。このことは下流に進むほど、商品の修正時間は短時間にならざるを得ない。すなわち、開発の源流段階では納期や設計の自由度は高いが、下流になるほどその制約が増える。商品を出来るだけ早く市場に投入するためには、源流の段階で、商品の全般について考えておかなければならない。このように負荷が増大しそうな設計を効率よく行なうには設計業務のが不可欠である。

この対策として、各部署が順番に流れるのではなく、源流段階であっても下流の部署が開発に加わることによって、下流で発生する要因を源流段階から対策するような取り組みが行なわれている。これをと呼ぶ。この取り組みにより源流段階で、下流で起こりうる課題をすることで、やり直し時間の無駄をなくし、短時間により効率的な開発が行なえるようになる。このように、源流段階で商品の全般を管理することを源流管理と呼ぶ。

製造業では均質で故障の少ない商品を大量に生産すればよかった時代から、多種多様な顧客の要求に応える時代が変わり、それに対応できる生産システムへ変換しなくてはならないといわれて久しい。しかし、での対応に比べ開発設計部門での対応は遅れている。

商品の多様化は同一設計による製品の製造数を減少させるため、必然的に設計業務の負荷が増加する。ところが、最近では商品の多様化と共にの短縮が顕著であり、ますます設計に大きな負荷が掛かってきている。

このような多様化、短寿命化に対応するために、経営戦略的に事業化のを重視することになる。これを実現するためには、の段階から商品設計の詳細を決定するまでの期間を短くすることと、その後のを少なくすることがどうしても必要な条件である。すなわち、設計のと質の向上が製造業にとって最重要ということに

なる。

この「M」を実現するためには、まず設計目標を定め、それに従って設計情報を収集し、その中から必要な技術情報や標準、社内の実績品と製品のQ、C、Dに関するデータを選別・利活用する。さらに法規制や安全・環境を配慮しながら目標実現に向け、生産全体のことを考えて設計を進めることになる。設計機種が増加するだけでも設計の負荷が増大するのに加えて、設計段階で「N」のことを出来るだけ考慮する必要があるということは、ますます開発設計部門の負担を増大させることになってしまう。

この状況に対応するためには、「設計は設計部門だけが行なうもの」という考えは捨てなくてはならない。「設計は、ものを造り始める前に全ての関係者で行なう作業」に変える必要がある。

これが、経営戦略としてのスピードアップには「O」が伴わなくてはならない理由である。商品開発の源流部分で多くの作業を済ませてしまうことによって、後戻りをなくして時間を短縮するというのが現在の考え方である。

[語句群]

- |             |           |                  |        |
|-------------|-----------|------------------|--------|
| ① 開発段階      | ② 顧客満足    | ③ ライフサイクル        | ④ スピード |
| ⑤ 設計変更      | ⑥ 共有化     | ⑦ 迅速化            | ⑧ 標準化  |
| ⑨ 業務革新      | ⑩ 改革      | ⑪ 差し戻し           | ⑫ 後工程  |
| ⑬ 商品寿命      | ⑭ 商品コンセプト | ⑮ 製造現場           | ⑯ 編集設計 |
| ⑰ 設計仕様      | ⑱ 設計の質    | ⑲ コンカレントエンジニアリング |        |
| ⑳ マーケットイン思考 |           |                  |        |

## (2) 設計業務の革新について

製品開発には、多様化する  A  を把握し顧客観点から商品企画をおこない、的確な  B  を実現することが重要である。また、要素技術開発を先行させ、 C  を確保するとともに開発工期、工数、コストの低減を図ることが要求される。

技術進歩と価値観の変化の早い昨今では、商品企画、設計、製造、検査、保守サービスにわたる製品開発全プロセスを見通した業務形態（仕事の仕方）に対し常に変革が求められている。顧客満足を獲得し、業界で高い位置を確保しなくてはならない状況にあつては、全ての人が常に変革を心がけ、業務革新を次々と具現化することが顧客満足を獲得し、業界で高位置を確保するための必要条件である。

技術業務の業務革新には次に示す 1) ~ 6) のポイントがある。

- 1) 商品企画のあり方
- 2) 設計上流段階での製造、検査、保守、サービスの全プロセスにかかわる課題検討と設計への反映
- 3) 図面レス／試作レス／物造り量のミニマム化
- 4) 製造／検査プロセスの機械化
- 5) 情報共有と一元管理
- 6) 組織の見直し

これらのポイントは設計、機械、電気、ソフトウェアのあらゆる業種に対しおおむね同様であり、 D 、品質、工期、工数の観点から上記 6 項目を施策化し実行することで、仕事の仕方は変革され業務革新が可能となる。また、その結果としての組織の  E  も変革される。

一般的に技術業務、間接業務を問わずあるべき姿と円滑な業務遂行には上流プロセスの取組み方が最重要である。したがって、業務革新は、まず 1) および 2) の商品企画と、これに続くシステムデザインのプロセスに変革のメスを入れることから始まる。この段階で製造プロセス以降の姿も描かれる。設計／製造は一体であるとの認識の下でプロセスを考えるべきである。特に 2) のシステムデザインのプロセスでは、商品ライフサイクルと商品系列戦略、性能、製造性、保守性を解決する解析、シミュレーション（設計検証）、三次元技術、ロバスト設計（ばらつきの制御）、標準化、調達戦略、 F  など高範囲の課題解決を行なう仕組みが不可欠で、各種検討をこの設計上流にコンカレント（同時進行的）に集中させる。いわゆる源流管理あるいは  G  といわれる考え方が重要である。このためには、製品開発全プロセスにかかわる有識者（営業、技術、設計、製造、検査、保守、生産、調達、知財、情報、環境、その他）がこの段階で集中的に同じ土俵で検討を進めることが大切で、 H 、プロジェクト体制、組織のありかたの検討も重要となる。 I  に英知を集め戦略を明確化し、後工程に課題を残さない仕組みづくりが必要である。

仕事の仕方での課題解決の上流集中、コンカレント化が進み、製造技術が高度化すると従来の  J  なものの流れを反映した組織の姿は変えざるを得ない。設計を中心に戦略

を集中させるプロジェクトと製造／検査一体化組織の考え方も、今後の業務革新では、形に表していく必要がある。

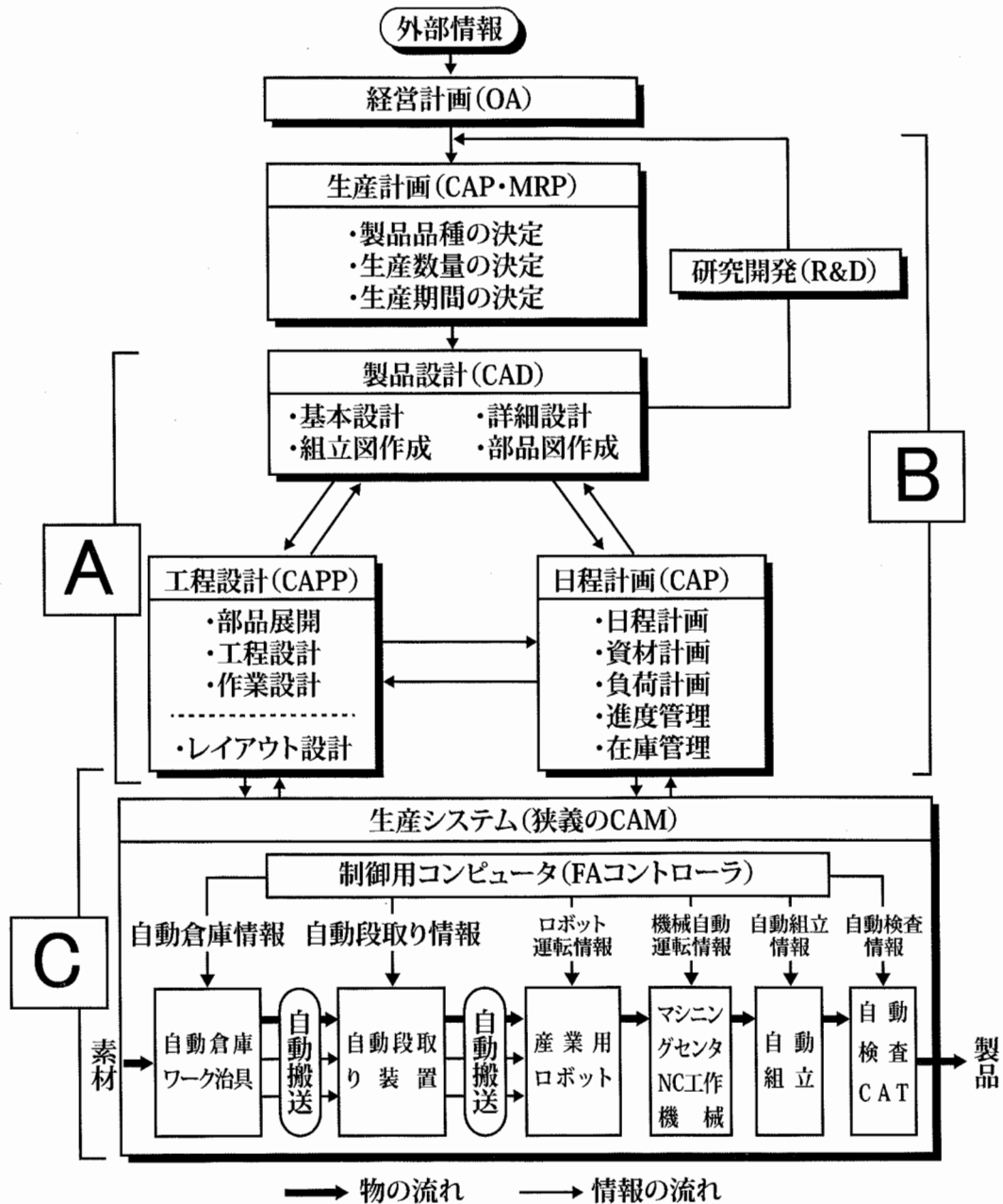
従来製造業の改革は製造現場を中心に行なわれてきたが、今後は開発設計部門を中心に業務改革を進めなければならない。

[語句群]

- ① 顧客満足      ② 知財戦略      ③ パラレル      ④ シリーズ的
- ⑤ カルチャー      ⑥ イノベーション      ⑦ 適正品質      ⑧ 要素技術開発
- ⑨ システムデザイン      ⑩ デザインレビュー      ⑪ Time to market      ⑫ Just in time
- ⑬ ユーザーニーズ      ⑭ 製造プロセス      ⑮ フロントローディング

## 〔2. 機械総合基礎〕

2-1 IoT (Internet of Things) の進展により、生産の場におけるコンピュータ利用はますます活発になってきている。図はその全体像を業務プロセスに沿って表したものである。この全体構成を生産システムと呼ぶとすれば、図中のA, B, Cは生産システムを構成する3つのサブシステムということになる。生産システムに関して下記の設問(1)～(4)に答えよ。



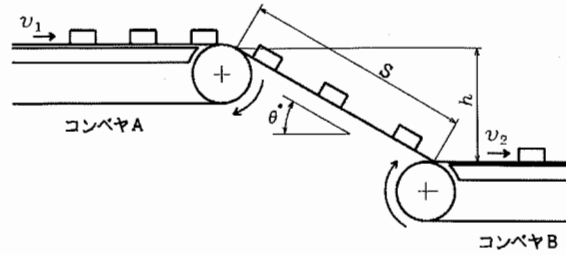
[設問]

- (1) コンピュータの利用方法には情報通信技術（ICT）と制御技術（コントロール）がある。図のサブシステムAとBは前者に対応したものであり、サブシステムCは主に後者を利用した自動化システムである。AとBは情報の内容の違いによって分類されるが、それぞれどのように呼ばれているかを述べよ。なお、CAD/CAMといわれるのはAのシステムである。
- (2) Cは生産に直結するハードウェアの自動化システムであり、生産制御システムあるいは狭義のCAMと呼ばれている。ニーズの多様化が進展する中で、中品種中量生産を目指した機械加工を対象とした生産システムを何と呼んでいるか述べよ。
- (3) 図中で製品設計のCADが中心に配置されているが、事実、CADデータは全体の生産システムの中で重要な役割を有すると考えられている。その理由を述べよ。
- (4) IoTにより、インターネットの産業（製造）への活用が考えられているが、今後の製造業のシステム化はどのような展開が考えられるかを述べよ。

2-2 下図に示すように、小さな物体（質量  $m$  [kg]）が、上段のベルトコンベヤAによって傾斜面まで  $v_1$  [m/s] の速度で運ばれて傾斜面を滑り落ち、 $v_2$  [m/s] の速度で動いている下段のベルトコンベヤBに乗り移り運ばれて行く。移載点で滑ることなく乗り移り出来るようにするには、傾斜面は水平からどの位の角度  $\theta$  [°] にすればよいか。下記の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

ただし、コンベヤ間の高低差を  $h$  [m]、斜面の長さを  $S$  [m]、物体と斜面間の動摩擦係数  $\mu_d$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

解答は、その計算過程を含めたものを解答用紙の解答欄に記入せよ。



設問：

(1) 物体（質量  $m$  [kg]）が自重で斜面を移動するとき、重力が物体にする仕事  $W$  を求める下記の計算式の空欄【A】に当てはまる数式を下記〔数式群〕より選び、その番号を解答用紙の解答欄に記入せよ。

$$W = F \cdot S$$

$$= \text{【A】} \times S \quad \dots \dots (1)$$

〔数式群〕

- ①  $mg (\sin \theta + \mu_d \cos \theta)$     ②  $mg (\cos \theta + \mu_d \sin \theta)$     ③  $mg \sin \theta$   
 ④  $mg (\sin \theta - \mu_d \cos \theta)$     ⑤  $mg (\cos \theta - \mu_d \sin \theta)$

(2) この間の物体の運動エネルギー  $K$  の変化を求める下記の計算式の空欄【B】に当てはまる数式を下記〔数式群〕より選び、その番号を解答用紙の解答欄に記入せよ。

$$K = \text{【B】} \quad \dots \dots (2)$$

〔数式群〕

- ①  $\frac{1}{2} \cdot m (v_2^2 - v_1^2)$     ②  $\frac{1}{2} \cdot m (v_1^2 - v_2^2)$     ③  $\frac{1}{2} \cdot m \left[ \frac{(v_2 + v_1)^2}{2} \right]$   
 ④  $\frac{1}{2} \cdot m (v_2 - v_1)^2$     ⑤  $\frac{1}{2} \cdot m (v_1 - v_2)^2$

(3) 物体の運動エネルギー  $K$  の変化は、斜面を移動するときの重力が物体にする仕事  $W$  に等しい。(1)、(2) の解答式より斜面の傾斜角度  $\theta$  [°] を求める計算式を導き、下記条件の場合の斜面の傾斜角度  $\theta$  [°] を求めよ。

〔条件〕

- 速度  $v_1$                                : 0.4 [m/s]  
 速度  $v_2$                                : 0.9 [m/s]  
 コンベヤ間の高低差  $h$              : 1.0 [m]  
 物体と斜面間の動摩擦係数  $\mu_d$    : 0.5



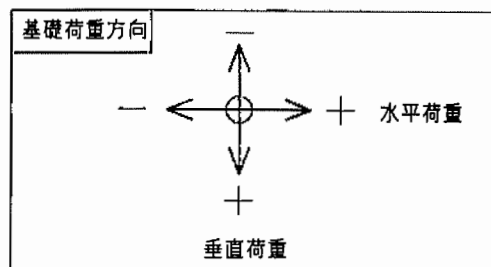
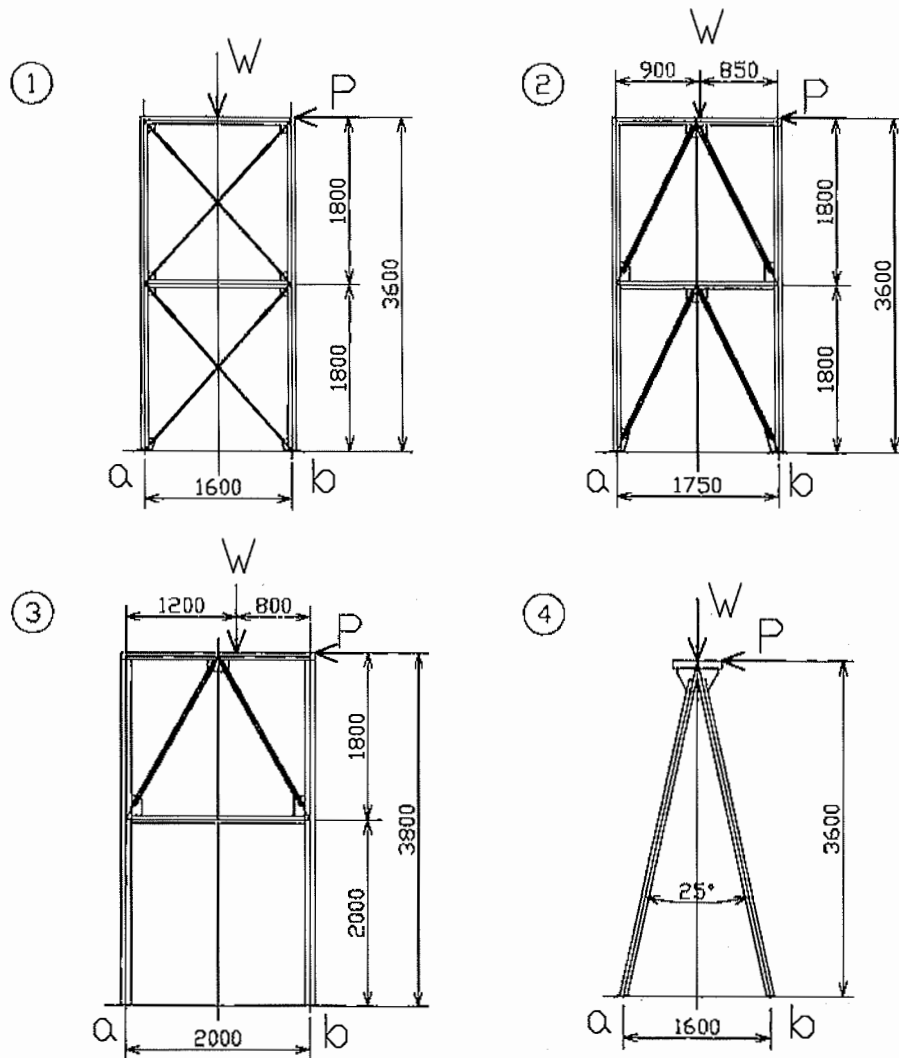
2-3 下記の図は、いろいろな組み方をした形鋼製の2脚架台を示したものである。

なお、各架台の寸法及び荷重の位置は異なる。

それぞれの架台に、垂直荷重 $W=50\text{kN}$ 、水平荷重 $P=20\text{kN}$ が働くとき、各脚の基礎面（ピン支点a、b）に生ずる力の大きさと、方向を計算の上、解答用紙の表に記入せよ。

架台③の一部はラーメン構造であるが、その他の部材の接合部はすべてピン接合とする。

架台①の斜材は、同じサイズの細い丸棒を互いに交差させ、ターンバックルで適度な緊張を持たせている。



### 〔3. 環境経営〕

「水素エネルギー」に関する次の文章を読み、下記の〔設問〕に答えよ。

2014年11月、トヨタ自動車は世界に先駆け燃料電池車（FCV）「ミライ」を発表した。また、東京都は今年2月、1台をリース方式で導入した。さらに、2015年度中に公用車11台を順次FCVに切り替える計画だという。ミライの価格は1台723万円と高価であるが、2020年の東京オリンピックを見据えて、「環境にやさしい水素社会づくり」を主導したいという狙いを持っている。

FCVの開発は他の自動車会社も外国の会社と組み、日本主導で行っており、本田技研は埼玉県に「FCXクラリティ」を納入している。

ミライの発表以来、「水素社会の到来」とか「水素社会元年」、「水素革命を日本がリード」と言った記事が新聞やTVを賑わし、また、大手新聞社主催のセミナー「水素が切り開く日本の成長戦略とスマート社会」なども現れた。

FCVは水素を燃料とするので、ガソリン車の様な有害なガスを排出せず、出すものは水のみである。そこで究極のエコカーと呼ばれる。しかし、電気自動車も排ガスを一切出さないエコカーであり、すでに社会に出始めている。

一方、世界は今、地球温暖化問題を抱え、温暖化ガスの排出抑制に知恵を絞っている。当面、2020年以降2030年頃までの対応で国際合意を目指している。

しかし、温暖化問題は2030年で終わるものではなく、2050年、2070年までの排出抑制をどうするか、まだ議論は進んでいない。さらに、今世紀末には温暖化ガスの排出ゼロを実現しなければならないとも予測されている。そんな状況の中で、水素エネルギーはどんな役割を担うのだろうか。

#### 〔設問〕

あなたは機械設計技術者として、「FCVや電気自動車などのエコカー」をどう評価するか。また、「水素社会の到来」をどう捉え、抱える課題などについて、温暖化問題を念頭に自由に考え、その結果を、添付の解答用紙1枚以内にまとめて記述せよ。