

平成30年度
機械設計技術者試験
1級 試験問題 II

第2時限 12:40～14:40 (120分)

4. 実 技 課 題

[4-1] [4-2] [4-3] [4-4] [4-5] [4-6]

- ・ 6問中4問解答のこと。
- ・ 実用機械についての重点を絞った出題

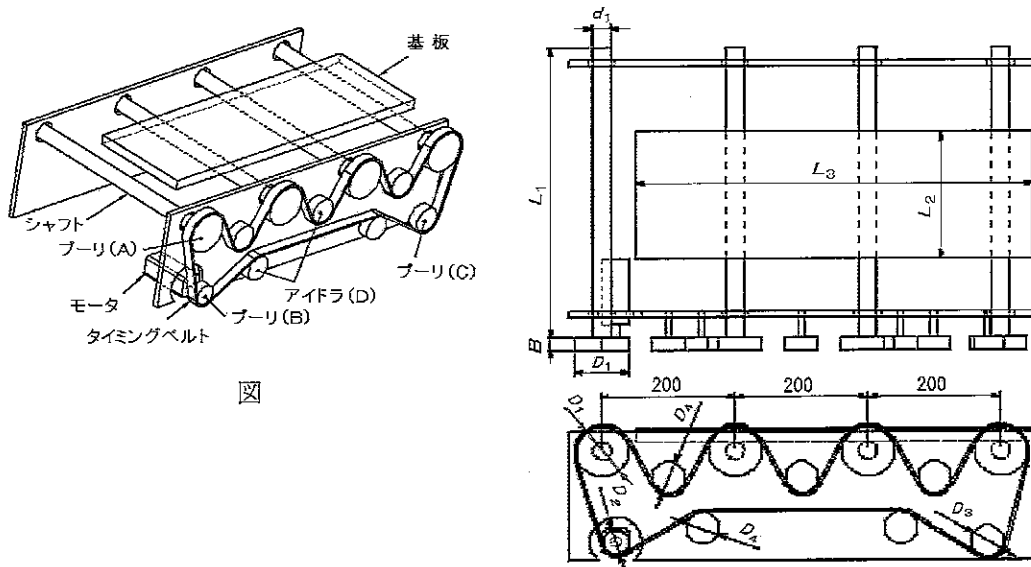
平成30年11月18日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔4. 実技課題〕

〔4-1〕 下図に示す装置は、モータを用いタイミングベルトを介してシャフトを駆動させる基板搬送装置である。この装置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計算式を明記して記述せよ。



図

〔下記条件〕

- ・シャフトとプーリ（A）は一体化されている。
- ・シャフトとプーリ（A）：4式、プーリ（B）、（C）：1式、アイドラ（D）：5式
- ・基板はシャフト上に載って、シャフトの回転により搬送される。
- ・シャフト、プーリ（A）（B）（C）、アイドラ（D）は抵抗なく回転出来る構造となっている。
- ・シャフトの直径 _____ $d_1 = 28$ [mm]
- ・シャフトの長さ _____ $L_1 = 450$ [mm]
- ・シャフトの質量 _____ $M_{1-1} = 2.161$ [kg]
- ・プーリ（A）の直径 _____ $D_1 = 80$ [mm]
- ・プーリ（A）の質量 _____ $M_{1-2} = 0.784$ [kg]
- ・プーリ（B）の直径 _____ $D_2 = 40$ [mm]
- ・プーリ（B）の質量 _____ $M_2 = 0.196$ [kg]
- ・プーリ（C）の直径 _____ $D_3 = 45$ [mm]
- ・プーリ（C）の質量 _____ $M_3 = 0.248$ [kg]
- ・アイドラ（D）の直径 _____ $D_4 = 50$ [mm]
- ・アイドラ（D）の質量 _____ $M_4 = 0.306$ [kg]
- ・プーリ（A）（B）（C）、アイドラ（D）の幅寸法 — $B = 20$ [mm]
- ・基板の幅寸法 _____ $L_2 = 200$ [mm]
- ・基板の長さ寸法 _____ $L_3 = 600$ [mm]
- ・基板の厚み _____ $t = 10$ [mm]
- ・基板の質量 _____ $M_5 = 3.0$ [kg]

設問：

(1) モータの加速トルクを算出するために、下記①～⑤の慣性モーメント $J_1 \sim J_5$ が必要である。下記慣性モーメントの内①, ⑤の慣性モーメント J_1, J_5 [kg・m²] を求めよ。
(計算値は、有効数字4桁まで求めること)

ただし、ここで計算する慣性モーメントは、各回転体の回転軸まわりの慣性モーメント或いは直線運動する物体の回転軸まわりの慣性モーメント各1式の値とする。また、②～④の慣性モーメント $J_2 \sim J_4$ の値は、下記に示した数値とする。

- ① シャフト+プーリ (A) : J_1
- ② プーリ (B) : J_2 …… ($J_2 = 3.920 \times 10^{-5}$ [kg・m²])
- ③ プーリ (C) : J_3 …… ($J_3 = 6.278 \times 10^{-5}$ [kg・m²])
- ④ アイドラ (D) : J_4 …… ($J_4 = 9.563 \times 10^{-5}$ [kg・m²])
- ⑤ 基板 : J_5

(2) 基板とシャフト間の摩擦抵抗が0.1の時、基板によるモータ軸換算の負荷トルク T_{mL} [N・m] を求めよ。

(3) シャフトを回転させ、基板を搬送するときのモータ選定に必要な次の値を求めよ。

- ① モータに必要な回転速度 n [min⁻¹]
- ② モータ軸換算の全負荷慣性モーメント J_m [kg・m²]
- ③ 加速時、モータに必要なトルク T [N・m]

ただし ・基板搬送速度を0.5 [m/s] とする。

・タイミングベルトによる伝達効率 η を95%とする。

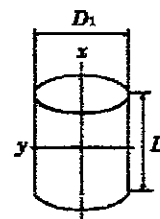
・加速時間 t_1 は、0.1秒とする。

[参考計算式] 慣性モーメントの算出式

(i) 円柱の慣性モーメント

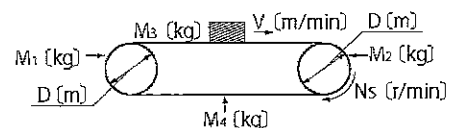
$$J_x = \frac{1}{8} \cdot m \cdot D_1^2 = \frac{\pi}{32} \rho \cdot L \cdot D_1^4 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

$$J_y = \frac{1}{4} \cdot m \left(\frac{D_1^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right) \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$



(ii) 直線運動する物体の慣性モーメント

$$J = \frac{1}{4} \left(\frac{M_1 + M_2}{2} + M_3 + M_4 \right) \times D^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$



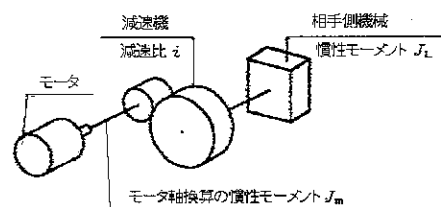
(iii) 減速機を介した場合の

モータ軸換算の慣性モーメントへの換算式

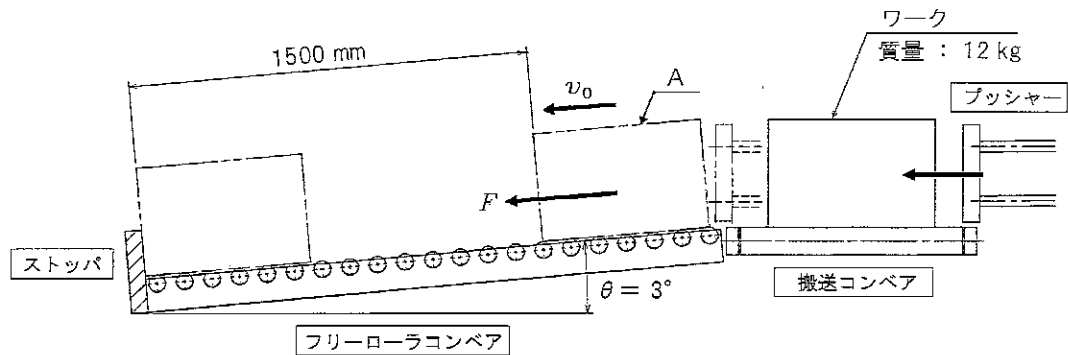
$$J_m = \left(\frac{n_L}{n_m} \right)^2 \cdot J_L$$

n_L : 従動側回転速度

n_m : 駆動側回転速度



[4-2] 下図は、搬送コンベアからの切り出し装置である。搬送コンベア上からAの位置までプッシャーで押し出しされたワークは、フリーローラコンベア上を移動しストップに衝突する。この装置に関する下記の設問(1)～(4)に答えよ。解答は、解答用紙の解答欄に計算式を明記して記述せよ。



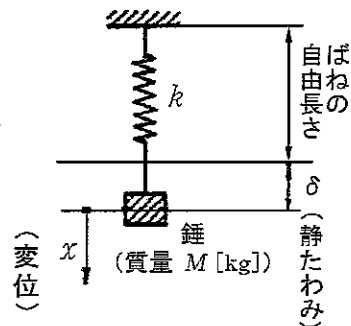
設問：

- (1) フリーローラコンベアのローラの転がり摩擦係数を0.03とするときの自重によるワークの推進力 F [N] を求めよ。
- (2) ワークの加速度 a [m/s^2] を求めよ。
- (3) A点でのワークの初速度 v_0 を200 [mm/s] とするときのA点からストップに衝突するまでの時間 t [s] を求めよ。
- (4) ストップに衝突するときの衝突速度 v_1 [m/s] を求めよ。

〔4-3〕 振動に関する下記の設問（1）、（2）に答えよ。

（1） 振動に関する下記の文章の空欄【A】～【L】を埋めるのに最も適切な語句を下記の〔選択群〕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）

図に示すようにつる巻きばねの一端を天井に固定し、他端に錘を吊すと、錘に作用する【A】とばね力と釣り合う位置で静止する。ばね力がばねの伸び量に比例する場合、その比例定数 k [N/m] を【B】と言う。



この力学系において、錘を最初の釣り合い位置から、ばねを引き伸ばす方向に変位させてから放すと、錘は次式で表される運動をする。

$$x = a \sin(\omega t + \phi) \dots\dots (i)$$

式（i）において、変数 t は時間 [s]、変数 x は時間 t における錘の最初の釣り合い位置からの変位である。

式（i）で表される運動を【C】と言い、式中の a を【D】、 ω を【E】または【F】と言い、 ϕ を【G】と言う。

錘の質量を M [kg] とすると、 ω は【H】で計算出来る。錘が1回の往復運動を完了するために要する時間を【I】と言い、【J】で計算出来る。1秒間に錘が行う往復運動の回数を【K】と言い、【L】で計算出来る。

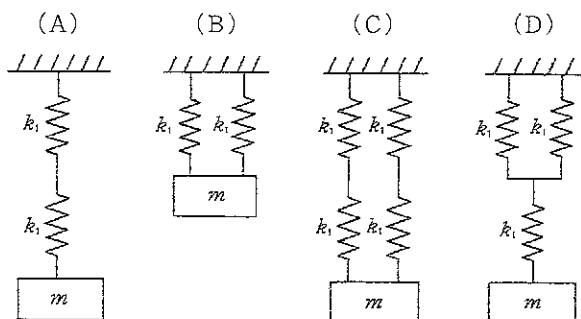
〔選択群〕

- | | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| ① 振動数 | ② 初期位相角 | ③ 振幅 | ④ $\sqrt{k/M}$ |
| ⑤ 自由振動 | ⑥ $2\pi/\omega$ | ⑦ 角振動数 | ⑧ ばね定数 |
| ⑨ 単振動 | ⑩ 重力 | ⑪ $\omega/2\pi$ | ⑫ 周期 |
| ⑬ $\sqrt{M/k}$ | ⑭ 円振動数 | | |

（2） 図（A）～（D）は、1自由度振動系を示す。図（A）～（D）の合成ばね定数を $[k_A]$ ～ $[k_D]$ とする。図（A）～（D）の合成ばね定数を求めよ。

ただし、 m は錘の質量 [kg]、 k_1 はばね1個のばね定数 [N/m] とする。

解答は、解答用紙の解答欄に記入せよ。



[4-4] 音に関する下記の設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) 騒音源となる機械類などの騒音を防ぐ防音カバーにおいて、防音カバーの外に放射される騒音パワーレベルは、

$$L_{w2} = L_{w1} - TL + 10 \log \frac{S}{A}$$

$$TL = 18 \log(mf) - 44 \quad \dots \text{(ランダム入射の場合)}$$

で求まる。この式に関する記述として、以下の①～④において、正しいものは○、誤りは×を解答用紙の解答欄に記入のこと。

- ① L_{w1} は防音カバー内の機械のパワーレベル、 S は防音カバーの面積、 A は防音カバー内の吸音力である。
- ② TL は材料の面密度を2倍又は周波数を2倍するごとに約5dBずつ上昇する。
- ③ 機械が大きくなり防音カバーの面積が2倍になると、同じ効果を得るためには防音カバー内の吸音力も2倍にしなければならない。
- ④ 比重7.8、板厚4.5の鉄板製防音カバーの透過損失は、周波数500Hzとすれば、約15dBである。

- (2) 室8m×8m×5mの内面(側面、天井)に、周波数500Hzの吸音率 $\alpha=0.6$ の内装がある室内に、パワーレベル $L_w=90$ dBの騒音源がある。

次の値を求めよ。

- 1) 室内吸音力 A [m^2]
- 2) 室定数 R_c [m^2]
- 3) 室内で平均的に観測される音圧レベル L_r [dB]

$$L_r = L_w + 10 \log \{4/(\alpha S)\}$$

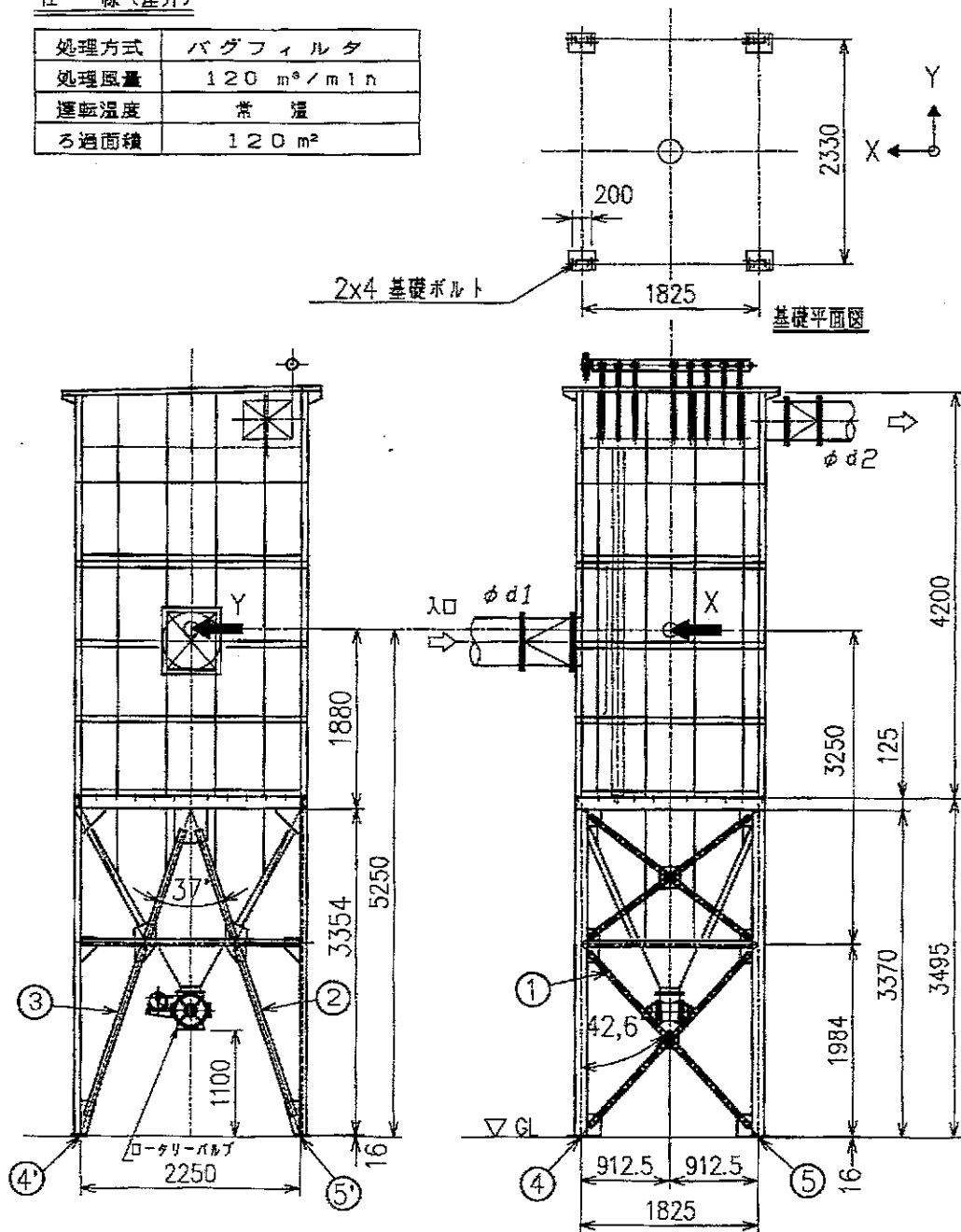
- (3) 空気圧縮機(点音源)から半径 $r_1=1$ m離れた地点での音圧レベルが90デシベル[dB]のとき、半径 $r_2=30$ m離れた事業場敷地境界での音圧レベルは何デシベル[dB]か求めよ。なお、途中には障害物はないものとする。

[4-5] 下記の集塵機（バグフィルタ）に関して、次の設問に答えよ。

- (1) 集塵機入口のダスト輸送速度を 7m/s としてダクトの径 ($d1$) を求めよ。
- (2) 集塵機質量を 2500kg 、重心位置 $\text{GL}+5250\text{mm}$ として、
地震時、水平震度係数 0.4 が、図中の X, Y 方向に働いたとき、品番①②③の部材に加わる荷重と、基礎に加わる荷重を計算をして、解答用紙の表に記入せよ。

仕様（屋外）

処理方式	バグフィルタ
処理風量	$120\text{ m}^3/\text{min}$
運転温度	常温
ろ過面積	120 m^2



[4-6] 下図は船体等の塗装装置である。

主仕様

装置の質量 $M1=60\text{kg}$, $M2=100\text{kg}$, $M3=500\text{kg}$

空気圧 0.5MPa

下記の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) ブーム角度0度するとき、エアシリンダに加わる力を求めよ。
- (2) エアシリンダの必要内径を計算し、負荷率を考慮して下記より選べ。
シリンダ内径 [mm] : 100, 125, 140, 180, 200, 250
- (3) ブームが図の状態のとき、装置の支持点 A, B 部に加わる力を求めよ。

