

令和7年度

機械設計技術者試験

1級 試験問題 II

第2時間 12:40 ~ 14:40 (120分)

4. 実技課題

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

- ・5問中3問を選択して解答すること。
- ・解答用紙の1ページ目には、選択した問題を必ずマークすること（マークのない解答は採点されません）。

令和7年11月16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〕 図1に示す様な水平に設置されたボールねじによる搬送装置を検討している。以下に示す設計条件のとき、以下の設問（1）～（4）に答えよ。解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

〈設計条件〉

- | | | | |
|-------------|-----------------------------|-----------|--|
| ・モータ回転速度 | $N = 1500 \text{ min}^{-1}$ | ・支持間距離 | $S1 = 750 \text{ mm}, S2 = 765 \text{ mm}$ |
| ・ワーク搬送ストローク | $S0 = 640 \text{ mm}$ | ・直動案内摩擦係数 | $\mu_2 = 0.02$ |
| ・ワーク搬送時間 | $T = 3.0 \text{ sec}$ | ・重力加速度 | $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ |
| ・ワーク質量 | $W = 12.0 \text{ kg}$ | | |

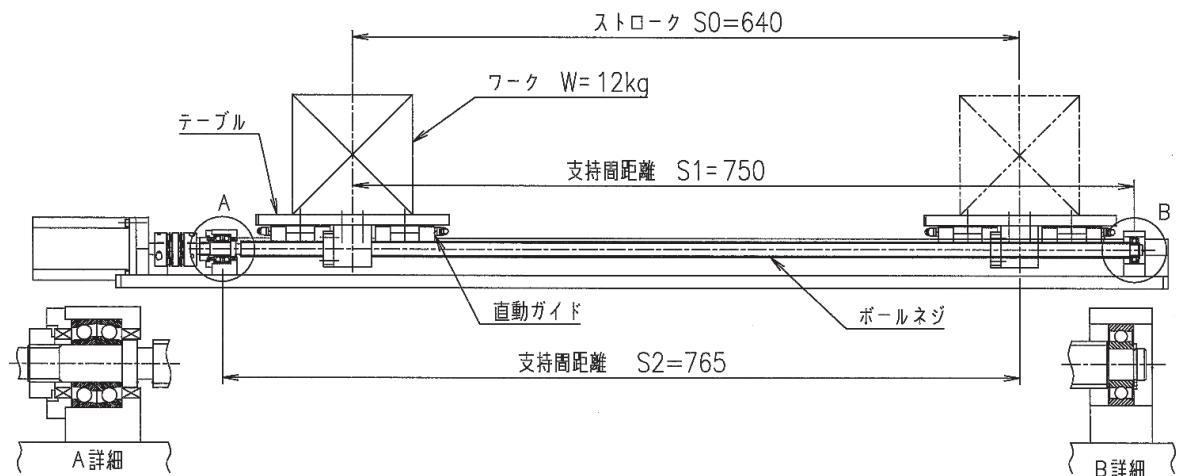


図1 ボールねじによる搬送装置

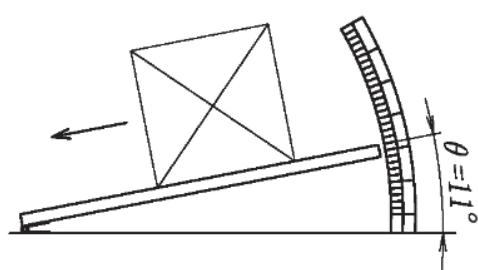


図2 ワークの滑りだし角度の測定

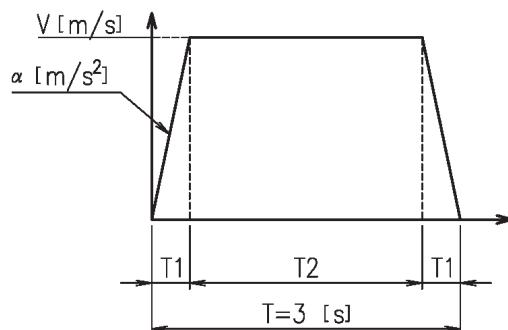


図3 運転パターン

表1 ボールねじのねじ軸径に対する各寸法

単位：mm

ねじ軸径 D	リード L	ねじ谷径 d	ねじ軸径 D	リード L	ねじ谷径 d	ねじ軸径 D	リード L	ねじ谷径 d
10	2	8.6	12	2	11.21	15	5	12.5
	4	8.1		5	9.8		10	
	10			10			20	

- (1) ワークとテーブルの摩擦係数を求めるために、図2に示す様にテーブルと同じ材質、同じ表面性状において、滑り出す角度を測定した。測定の結果、ワークは傾斜が11度になった時に滑り出した。この結果から、ワークとテーブルの摩擦係数 μ_1 を求めよ。
- (2) ワークがテーブル上で、滑ることなく搬送できる最大加速度 α [m/s²]を求めよ。
- (3) (2)で求めた最大加速度 α [m/s²]で、図3の運転パターンで稼働する時、ボールねじのリードを算出し、その結果から、表1より適用するリード L [mm]を選定せよ。
- (4) ボールねじの許容軸方向荷重 P [N]と許容回転速度 N_c [min⁻¹]から、ねじ軸谷径 d を算出し、表1から適用するボールねじのねじ軸径 D [mm]を選定せよ。なお、テーブルの質量は無視すること。

＜参考資料＞

・許容軸方向荷重： P [N]

$$P = \lambda 1 \frac{d^4}{S^2} \times 10^4$$

・許容回転速度： N_c [min⁻¹]

$$N_c = \lambda 2 \frac{d}{S^2} \times 10^7$$

表2 ボールねじの支持方法で定まる係数； $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$

支持方法	$\lambda 1$	$\lambda 2$
支持-支持	5	9.7
固定-支持	10	15.1
固定-固定	19.9	21.9
固定-自由	1.2	3.4

・軸方向荷重

$$\text{加速時軸方向荷重} : P_a \quad P_a = W\alpha + \mu Wg$$

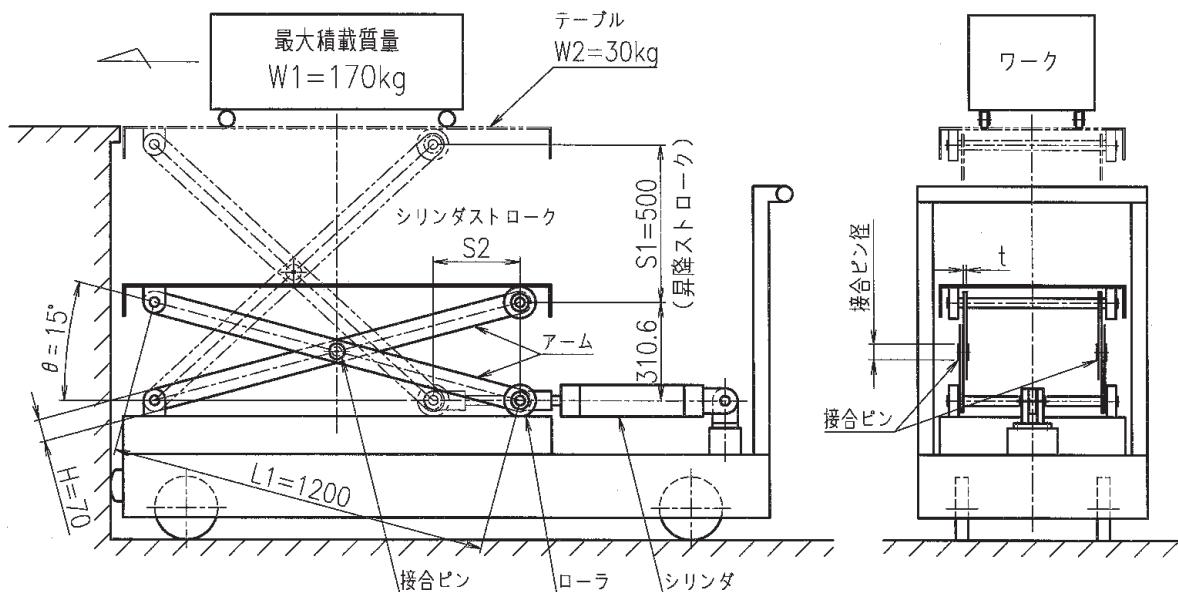
$$\text{定速時軸方向荷重} : P_b \quad P_b = \mu Wg$$

$$\text{減速時軸方向荷重} : P_c \quad P_c = W\alpha - \mu Wg$$

〔4-2〕 図に示す様な移載用可動式リフタを検討している。以下に示す設計条件のとき、以下の設問（1）～（5）に答えよ。解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

＜設計条件＞

- | | | | |
|----------|-------------------------|----------|--------------------------|
| ・最大積載質量 | $W_1 = 170 \text{ kg}$ | ・昇降ストローク | $S_1 = 500 \text{ mm}$ |
| ・テーブルの質量 | $W_2 = 30 \text{ kg}$ | ・エア圧力 | $p = 0.5 \text{ MPa}$ |
| ・アーム長さ | $L_1 = 1200 \text{ mm}$ | ・重力加速度 | $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ |
| ・アームの幅 | $H = 70 \text{ mm}$ | | |



移動式リフター構造図

(1) テーブルを 500 mm 昇降させるために必要な、シリンダストローク $S2$ [mm] を求めよ。

(2) 最大積載質量を積載時に、テーブルを昇降させるために必要な推力 F [N] を求めよ。但し、アーム構成部品の質量は無視し、機械効率を 0.5 とする。

(3) 必要なシリンダ径 D [mm] を、下記より選定せよ。

$\phi 80, \phi 100, \phi 125, \phi 140, \phi 160, \phi 180, \phi 200, \phi 250, \phi 300$

(4) 接合ピン部の許容せん断応力 $\tau = 29$ MPa のとき、適切なピン径 d [mm] を選定せよ。なお、積載荷重の偏荷重は考慮しないこと。

(5) アームの許容曲げ応力 $\sigma_b = 51$ MPa のとき、適切なアームの板厚 t [mm] を選定せよ。なお、積載荷重の偏荷重は考慮しないこと。

〔4-3〕 図1に示す様なジブクレーンを検討している。以下に示す設計条件のとき、設問(1)～(4)に答えよ。

解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

〈設計仕様〉

・定格質量	$M_0 = 2800 \text{ kg}$	・卷取角度	$\theta_2 = 12^\circ$
・フック質量	$M_1 = 60 \text{ kg}$	・ムーブ長さ	$L_1 = 8000 \text{ mm}$
・ムーブ質量	$M_2 = 1200 \text{ kg}$	・ムーブ重心距離	$L_2 = 4000 \text{ mm}$
・卷上げ装置ドラム径	$D_1 = 300 \text{ mm}$	・機械効率	$\eta = 0.85$
・起伏装置ドラム径	$D_2 = 300 \text{ mm}$	・モータ極数	$P = 4 \text{ 極}$
・卷上げ速度	$V_1 = 6 \text{ m/min}$	・重力加速度	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
・起伏速度(先端)	$V_2 = 15 \text{ m/min}$	・電源仕様	$200 \text{ V } 50 \text{ Hz}$
・ムーブ俯仰角度	$\theta = 15^\circ \sim 60^\circ \quad \theta_1 = 15^\circ$		

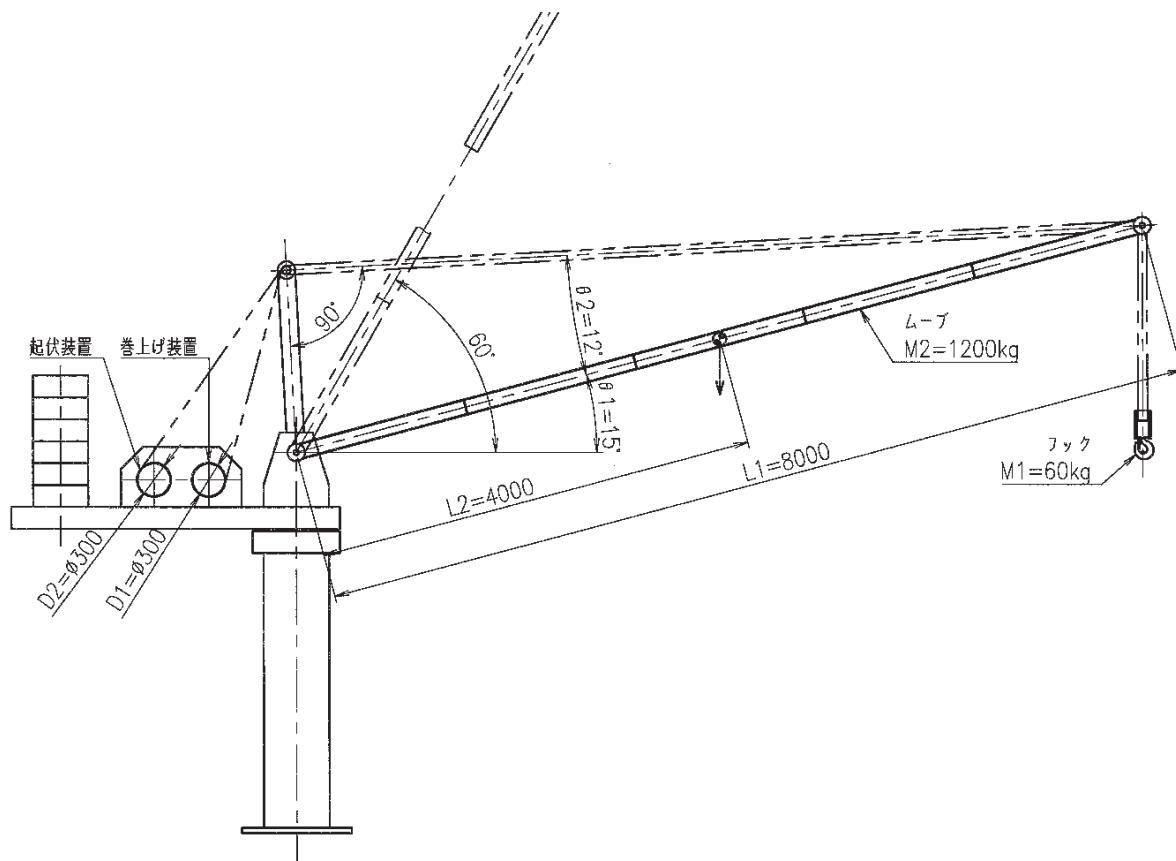


図1 ジブクレーン概念図

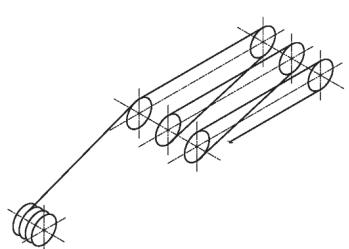


図2 起伏用ワイヤロープの掛け方

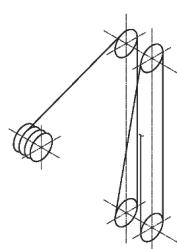


図3 卷上げ用ワイヤロープの掛け方

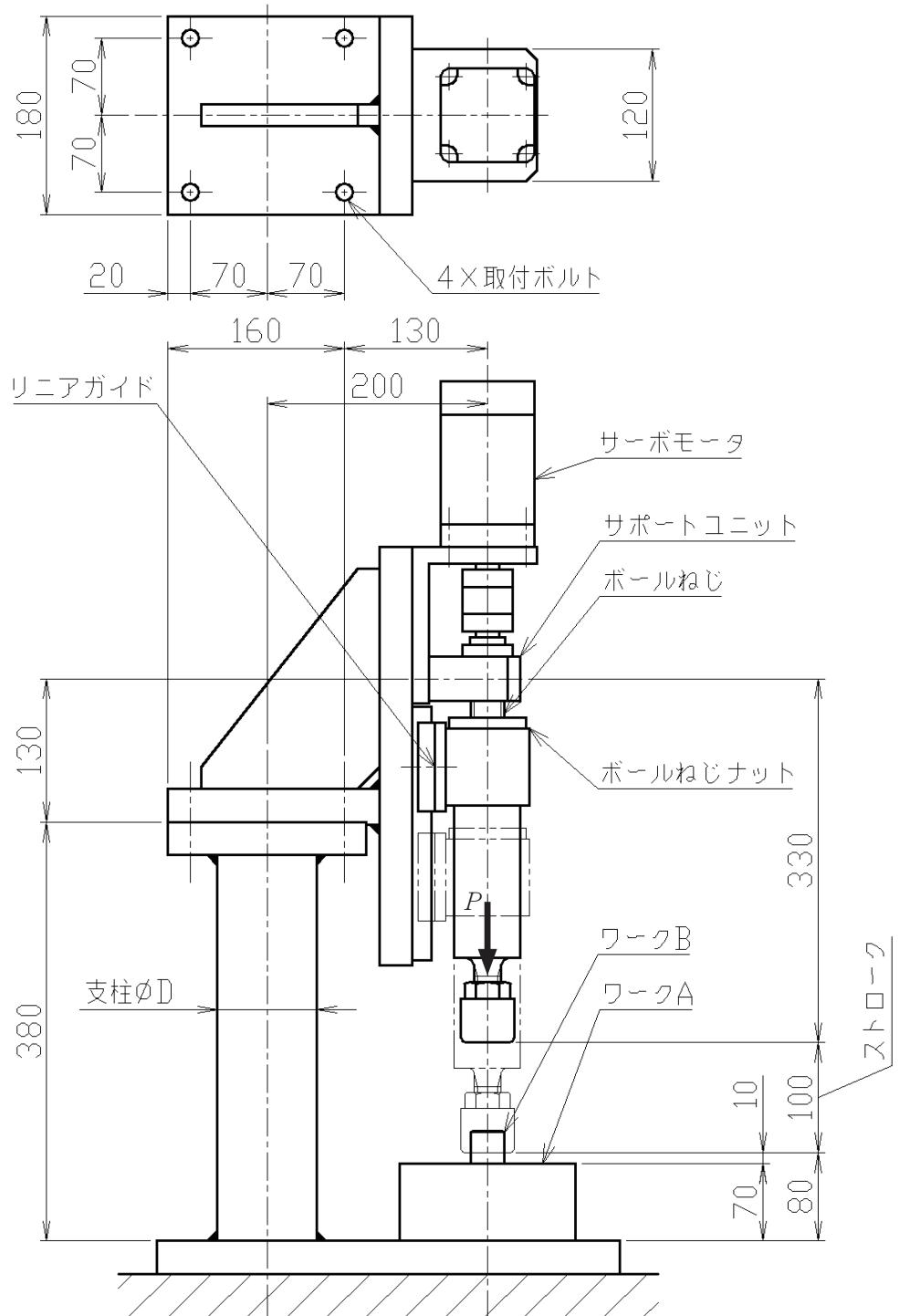
- (1) 卷上げワイヤロープが図3に示す構成となっている。定格質量時の卷上げ用ワイヤロープの張力 $S1$ [N] を求めよ。ただし、卷上げ用ワイヤロープの質量及びシープ効率は考慮しなくてよい。
- (2) 起伏用ワイヤロープが図2に示す構成となっている。定格質量時の起伏用ワイヤロープの張力 $S2$ [N] を求めよ。ただし、卷上げ用ワイヤロープの張力、卷上げ・起伏用ワイヤロープの質量及びシープ効率は考慮しなくてよい。
- (3) 卷上げ用電動機の出力 P [kW] を求めよ。ただし、機械効率 η は 0.85 とし、慣性力は考慮しなくて良い。
- (4) 卷上装置の設計仕様を満足するために、卷上装置に必要な減速機の減速比 i を求めよ。

〔4-4〕 図に示すようなサーボモータとボールねじ軸をカップリングで連結してボールねじナット部を上下に駆動する卓上プレス装置を検討している。

以下に示す設計条件のとき、設問（1）～（6）に答えよ。解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

＜設計条件＞

- ・プレス推力 $P = 1500 \text{ N}$
- ・ストローク $St = 100 \text{ mm}$
- ・ボールねじ外径 $d = 30 \text{ mm}$ 、リード $L = 6 \text{ mm}$
- ・機械効率 $\eta = 0.8$ （機構全体の機械効率）



- (1) プレス推力 $P=1500\text{ N}$ を生じさせるためのボールねじ軸に必要なトルク $T\text{ [N}\cdot\text{m]}$ を求め、最適なサーボモータ出力を下表より選択し、その番号を解答用紙の回答欄に記入せよ。ただし、サーボモータは、定格トルク以下で運転するものとする。

表 サーボモータ仕様表

	サーボモータ出力	定格トルク N·m	瞬時最大トルク N·m
①	200 W	0.66	2.25
②	400 W	1.25	4.42
③	750 W	2.36	8.36
④	1.0 kW	5.36	13.6
⑤	1.4 kW	8.32	23.1

- (2) (1) で選択したサーボモータの瞬間最大トルク $T_{\max}\text{ [N}\cdot\text{m]}$ での最大推力 $P_{\max}\text{ [N]}$ による、駆動部ブラケットを固定している取付ボルト 4 本のうち、1 本に加わる最大荷重 $S_{\max}\text{ [N]}$ を求めよ。

- (3) (2) で算出した最大荷重により、最適なボルトのサイズ（呼び）を求めよ。
ただし、ボルトは、メートル並目ねじ強度区分 8.8 のものとし、安全率 $F_S=4$ を考慮する。

- (4) (1) で選択したサーボモータの瞬間最大トルク $T_{\max}\text{ [N}\cdot\text{m]}$ での最大推力 $P_{\max}\text{ [N]}$ による曲げモーメントから、支柱（中実）の直径 $D\text{ [mm]}$ を求めよ。
ただし、許容曲げ応力は、 $\sigma=50\text{ MPa}$ とする。

- (5) 一般的にサーボモータの運転は、クローズドループによるフィードバック制御が行われる。目的や精度に応じて制御方式が使い分けられるが、フィードバック制御に含まれる最も代表的な 3 つの制御方式を解答用紙の解答欄に記入せよ。

- (6) このプレス装置では、ワーク A にワーク B を設定推力 $P=1500\text{ N}$ で圧入するが、ワーク同士の「しめしろ」が過大である場合、設定推力が超過すると予測される。この場合の推力異常を検出する制御方式を解答用紙の解答欄に記入せよ。

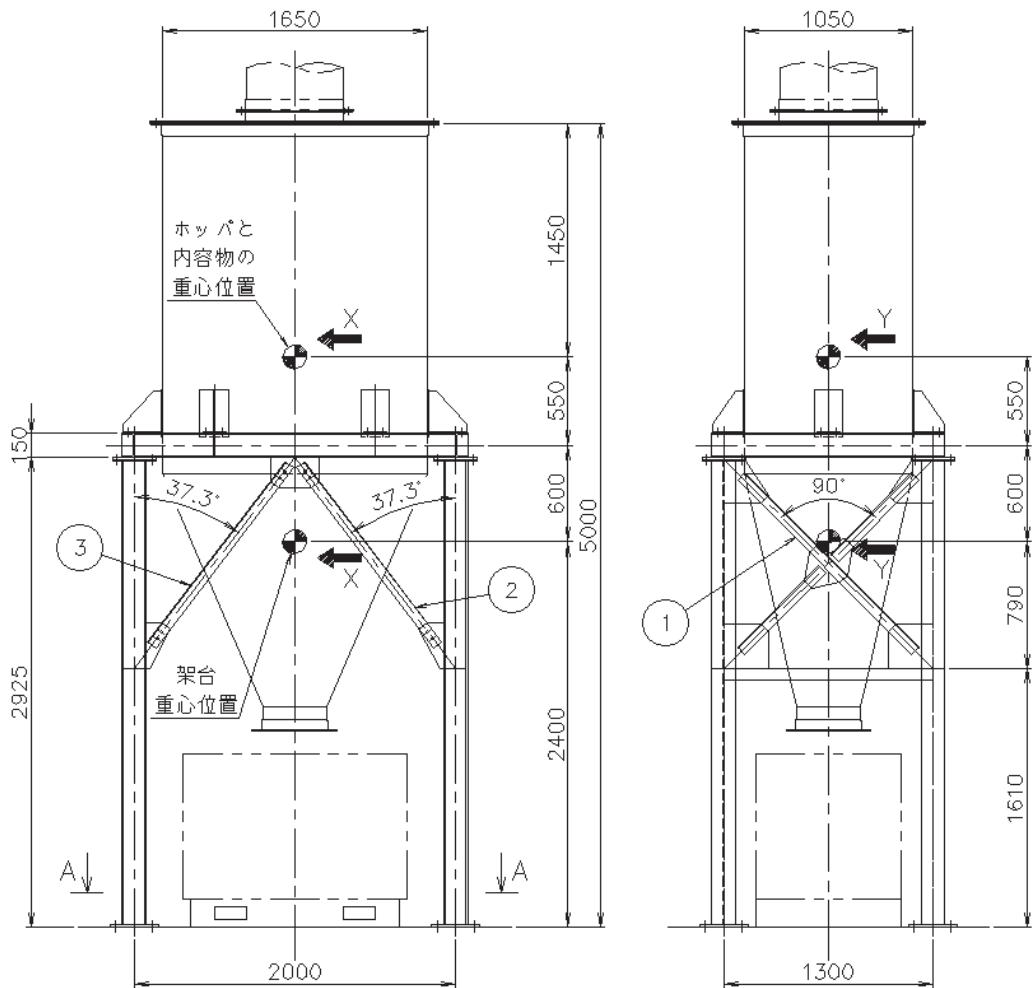
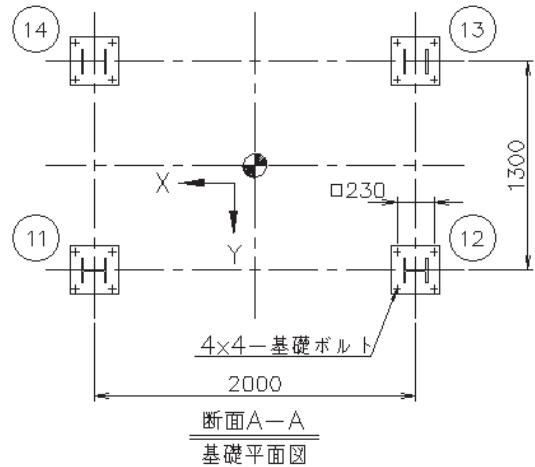
〔4-5〕 図に示すようなホッパ架台を検討している。

以下に示す設計条件のとき、強度検討に関して設問（1）～（3）に答えよ。

解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

＜設計条件＞

- ・ホッパの質量 $M_1 = 800 \text{ kg}$
- ・内容物の質量 $W = 3200 \text{ kg}$
- ・架台の質量 $M_2 = 900 \text{ kg}$
- ・水平震度係数 $k = 0.3$
- ・重力加速度 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$



(1) ホッパの質量 M_1 と内容物の質量 W の重心位置に水平震度係数 $k=0.3$ が X 方向または Y 方向に働くものとする。
部品①②③の部材に加わる荷重 P_1 、 P_2 、 P_3 [N] を求めよ。
ただし、各部品はトラス部材とし、架台の質量は考慮しないこと。

(2) (1) の荷重に加えて架台の質量を考慮する。

架台質量 M_2 の架台重心位置に水平震度係数 $k=0.3$ が X 方向または Y 方向に働くものとして、基礎部⑪⑫⑬⑭に加わる垂直方向の荷重 [N]、水平方向の荷重 [N] を求めよ。

(3) 架台基礎部 4 か所は、それぞれ基礎ボルト 4 本で固定する。

基礎部の摩擦係数を $\mu=0.4$ とし、(2) で算出した水平方向荷重は、締め付け力で支持するものとする。

垂直方向荷重は、(2) で算出した垂直方向荷重である。

水平方向と垂直方向の合計した荷重により、最適な基礎ボルトのサイズ（呼び）を求めよ。

ただし、ボルトは、メートル並目ねじ強度区分 8.8 のものとし、安全率 $F_S=4$ を考慮する。