

令和5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〕

- ・ 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5年11月19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〕 図は、ばねを使ったピッチングマシンである。

本装置は、ばねにより引っ張られたラックにかみ合う歯車を介して、回転力に変えて投球する機構である。

下記に示す条件で使用する時、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。

- （１） ボールとボール受けの慣性モーメントを求め、解答用紙に記載のアーム機構部品の慣性モーメントの表を完成させ、全体の慣性モーメント JT [$\text{kg}\cdot\text{mm}^2$] を求めよ。ラックやリニアガイドの慣性モーメントは考慮しない。
- （２） アームが 90 度で接線方向に離すとした時の角加速度 α [rad/s^2] を求めよ。但し、アームは等角加速度回転運動し、ボールは回転途中で飛び出さない事とする。
- （３） アームが回転する時の、歯車軸のトルク T [$\text{N}\cdot\text{m}$] を求めよ。
- （４） 3 本のばねを使用しているが、ばね一本当たりの引張力 FS [N] を求めよ。
- （５） アームが旋回し、ボールが離れる直前のアームの曲げ応力 σ [MPa] を求めよ。

<設計条件>

球速（初速）： $V=100\text{ km/h}$

適用ボール：硬球（直径 $DB=74\text{ mm}$ 質量 $WB=145\text{ g}$ ）

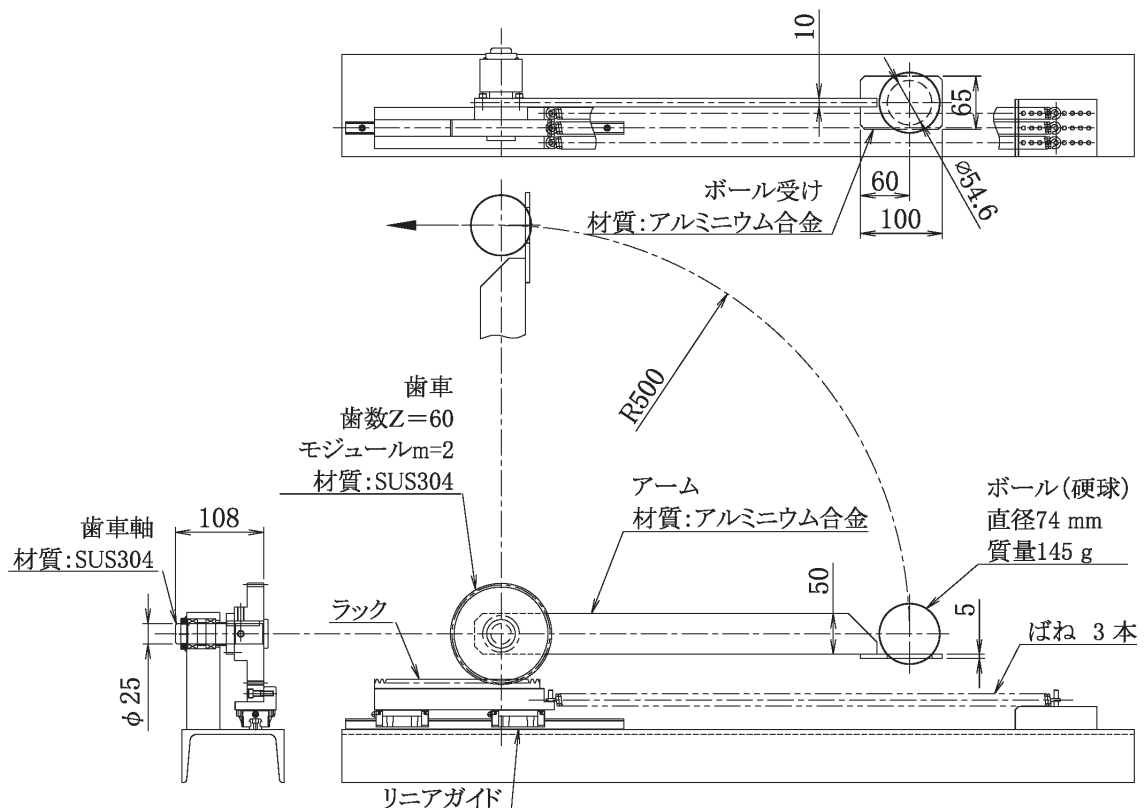
主要寸法：・アーム：高さ $AH=50\text{ mm}$ 厚さ $AT=10\text{ mm}$

・ボール受け：幅 $UW=65\text{ mm}$ 長さ $UL=100\text{ mm}$ 厚さ $UT=5\text{ mm}$
穴径 $UD=54.6\text{ mm}$

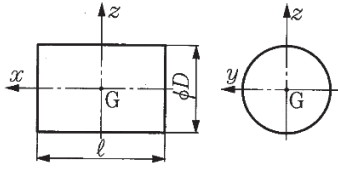
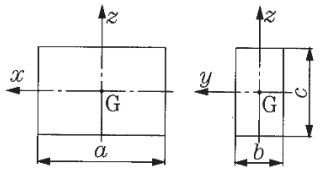
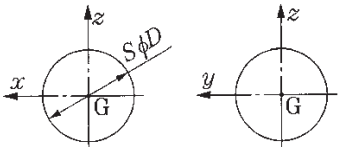
・歯車：歯数 $Z=60$ モジュール $m=2$ 歯幅 $TG=20\text{ mm}$

密度：・アルミニウム合金： $\rho A=2.7\times 10^{-6}\text{ kg/mm}^3$

・SUS304： $\rho S=7.8\times 10^{-6}\text{ kg/mm}^3$



< 参考資料 >

円柱 	$J_x = \frac{1}{8} m D^2$ $J_y = \frac{1}{4} m \left(\frac{D^2}{4} + \frac{\ell^2}{4} \right)$ $J_z = J_y$	角柱  $J_x = \frac{1}{12} m (b^2 + c^2)$ $J_y = \frac{1}{12} m (c^2 + a^2)$ $J_z = \frac{1}{12} m (a^2 + b^2)$
球体 	$I_x = \frac{1}{10} m D^2$ $I_y = I_z = I_x$	

〔４－２〕 図は手でハンドルを回すことで、斜めに配置したリニアガイドと台形ねじにより、昇降させる機能を有するユニットである。下記に示す設計条件とすると、設問（１）～（２）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。

（１） 設計条件より適合する台形ねじ・ナットの No. とナット材質を表 1 から選定し、選定した設計根拠を解答欄に示せ。なお、リニアガイドやリニアプッシュの摩擦係数は無視すること。

（２） ハンドルを表 2 から選定しその No. を示し、選定した取手を回す力 P [N] を求めて、選定の妥当性を解答欄に示せ。

<設計条件>

台形ねじの回転速度 : $N=60 \text{ min}^{-1}$ (手動)

昇降対象質量 : $W=45 \text{ kg}$

リニアガイド取付角度 : $\theta=20^\circ$

昇降ストローク : $L=50 \text{ mm}$

昇降完了時間 : $t=40 \text{ 秒} \sim 50 \text{ 秒}$

重力加速度 : $g=9.81 \text{ m/s}^2$

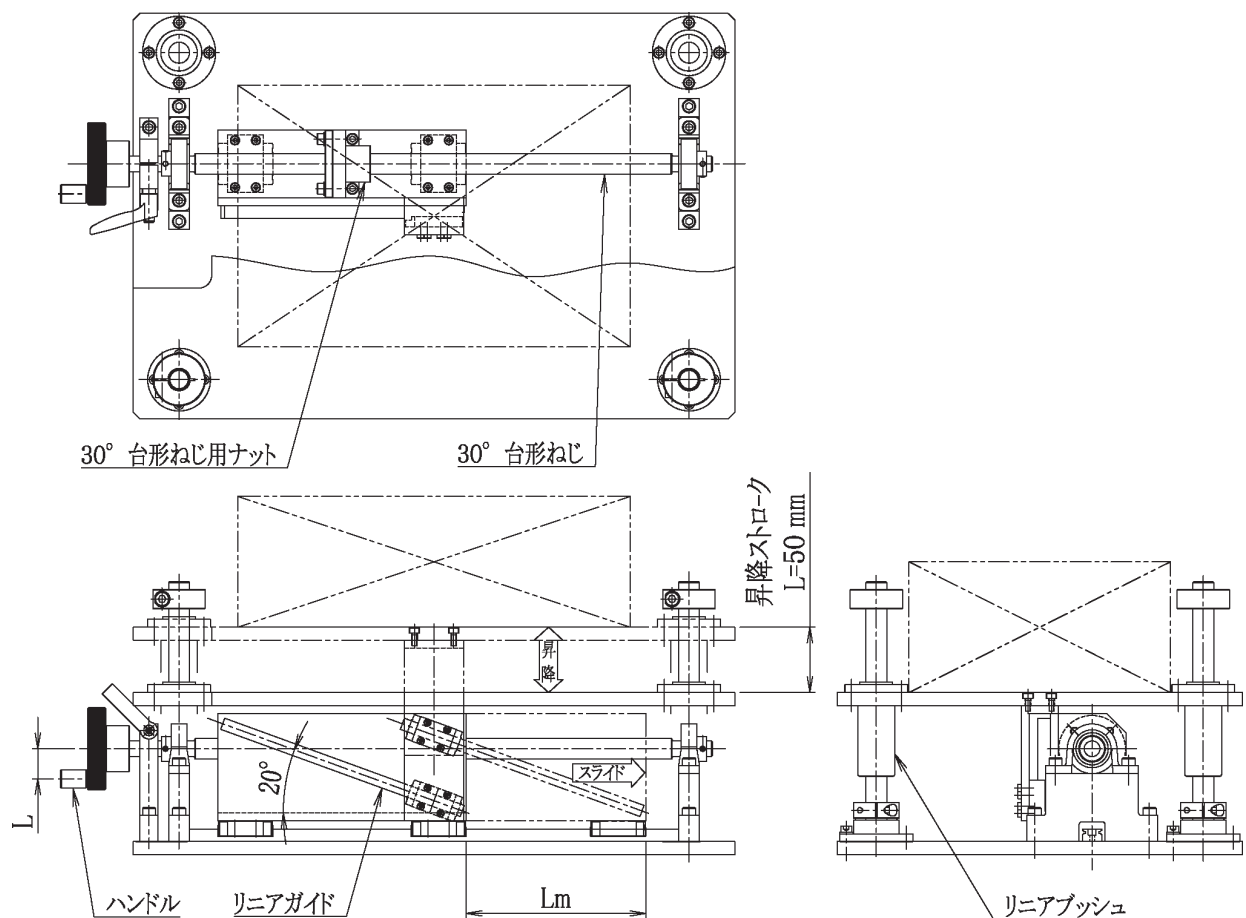


表1 30度台形ねじ・ナット仕様

No.	軸径 (mm)	ねじピッチ p (mm)	ねじ軸有効径 d_2 (mm)	ねじ軸 リード角 d	動的許容推力 F_o [N]	
					黄銅	樹脂
1	10	2	9	4.05°	2550	255
2	12	2	11	3.32°	3920	392
3	14	3	12.5	4.37°	4900	490
4	16	3	14.5	3.77°	6670	628
5	18	4	16	4.55°	8720	873
6	20	4	18	4.05°	9810	980
7	25	5	22.5	4.05°	14220	1412
8	28	5	25.5	3.57°	17950	1765
動摩擦係数： μ ねじ軸材質：鋼			ナット材質	黄銅	$\mu = 0.21$	
				樹脂	$\mu = 0.13$	

表2 ハンドル仕様

単位：mm

	No	外形： D	取手位置： L
	1	40	14.5
	2	50	17
	3	63	23
	4	80	30

<参考資料>

・一般的な台形ねじ設計手順

- ① 台形ねじ・ナットの仕様、諸条件から仮設定
- ② 接触面圧、すべり速度を算出し、 PV 値グラフから仮設定の妥当性を確認
- ③ 負荷トルクを算出し、駆動方式の選定及び適合性の確認

・接触面圧 P [N/mm²]

$$P = \frac{F_s}{F_o} \times \alpha$$

 F_s ：軸方向荷重 [N] F_o ：動的許容推力 [N]

ねじ軸とナットに作用する接触面圧が

9.8 (0.98) N/mm² となる時の推力 α ：9.8 (黄銅) 0.98 (樹脂)・すべり速度 V [m/min]

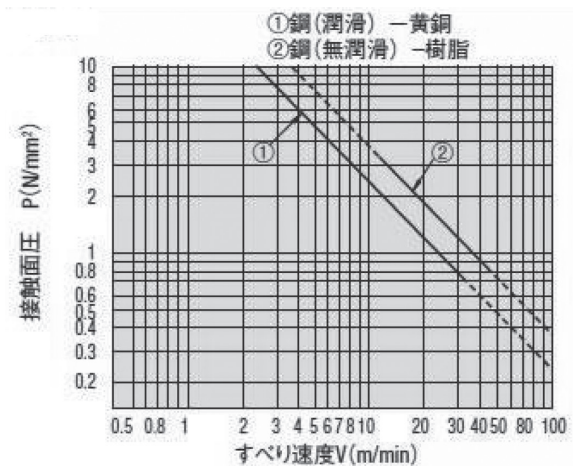
$$V = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n}{\cos(d)} \times 10^{-3}$$

 d_2 ：ねじ軸有効径 [mm] d ：ねじのリード角 [度] n ：ねじ軸の毎分回転数 [min⁻¹]・ねじ効率 η

$$\eta = \frac{1 - \mu \tan(d)}{1 + \mu \tan(d)}$$

 μ ：動摩擦係数 d ：ねじ軸リード角 [度]・負荷トルク T [N・cm]

$$T = \frac{F_s \cdot R}{2\pi \cdot \eta}$$

 F_s ：軸方向荷重 [N] η ：ねじ効率 R ：ねじのリード [cm] PV 値グラフ

〔4－3〕 図は、リフターの概略図である。

設計条件

ワーク質量 $M1 = 45 \text{ kg}$

昇降台質量 $M2 = 25 \text{ kg}$

エア圧力 0.5 MPa

下記の設問（１）～（３）に答えよ。

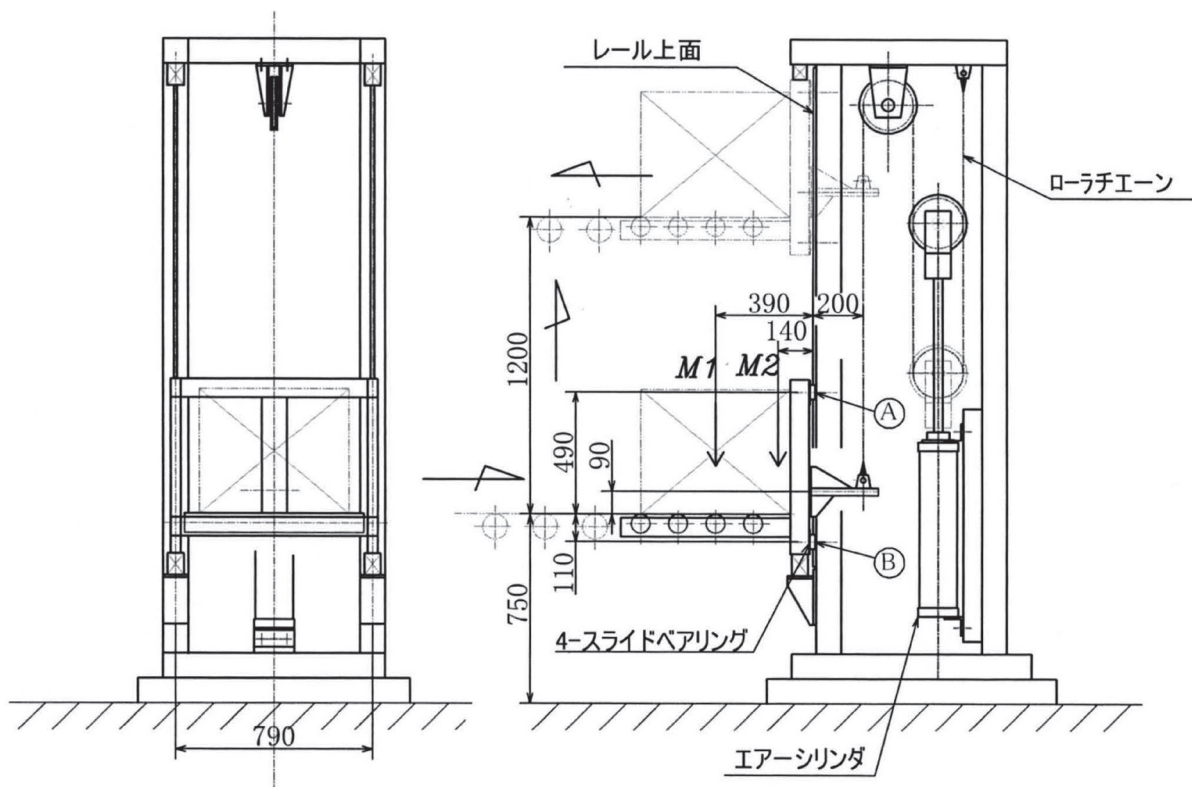
（１） ローラチェーンに加わる力を求めよ。

（２） スライドベアリング①、②列、各１個に加わる力を求めよ。

（３） 昇降用エアシリンダの必要な力とストロークを求め、シリンダの内径は下記より選べ。（ただし安全率は考慮しなくてよい）

シリンダ内径／ロッド径

$\phi 50 / \phi 20$ $\phi 63 / \phi 20$ $\phi 80 / \phi 25$ $\phi 100 / \phi 30$ $\phi 125 / \phi 32$



〔4－4〕 図は、水平のコンベヤガードとサポートである。

計算条件

長期条件 ガードの荷重：(120 kg/m) = 1.2 kN/m

(自重、運搬物その他)

短期条件 水平震度：0.4

下記の設問 (1) (2) に答えよ。

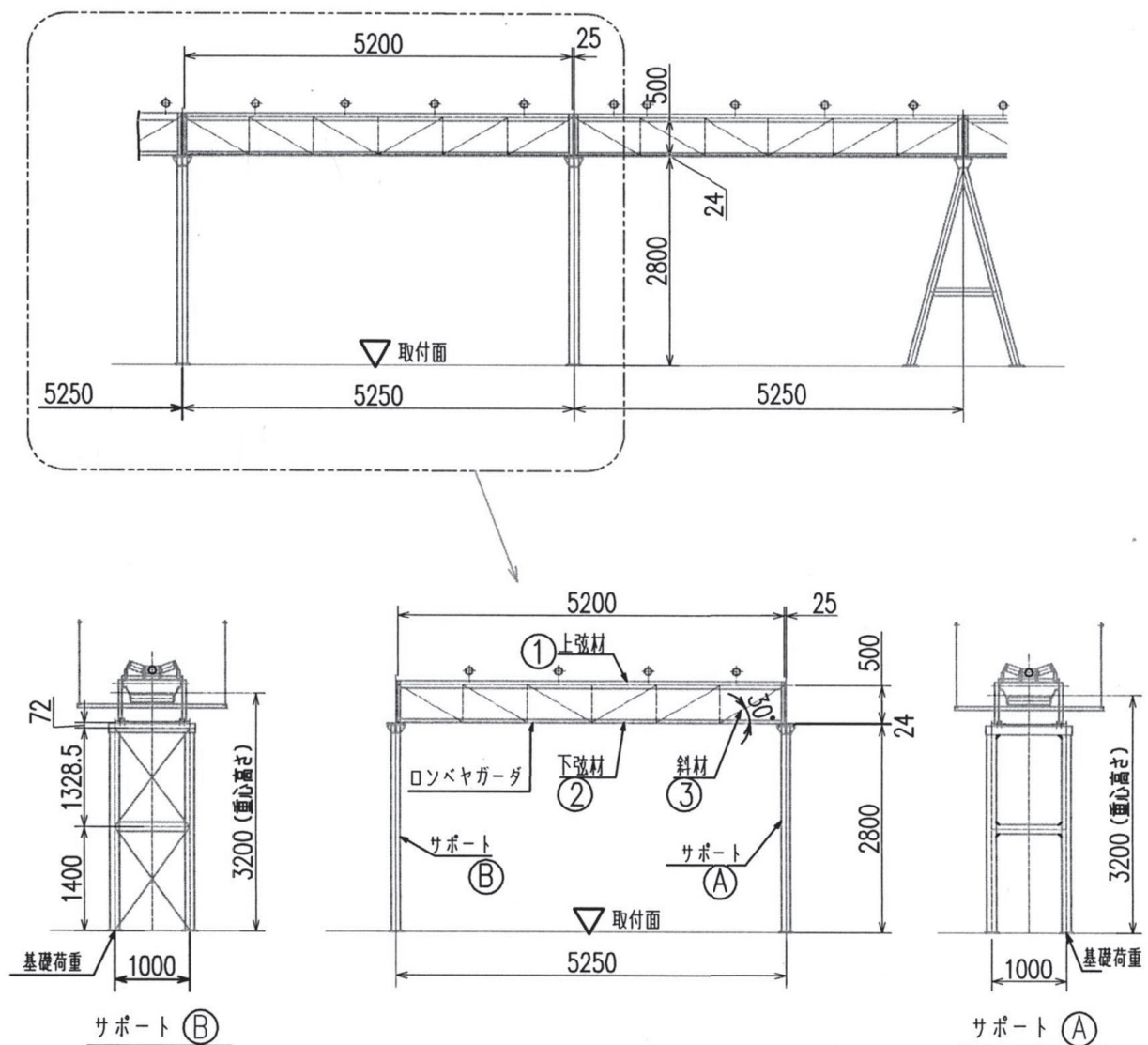
(1) 図のガード部材①～③に加わる長期荷重の種類、値を求めよ。ただし、荷重条件はガード1個分とする。

(2) サポート④、⑤の基礎1脚に加わる荷重を求めよ。

計算は、長期荷重

短期に発生する最大荷重の種類、とその値

ただし、取付面はピン支持とする。



〔4－5〕 図は、工場の屋内に設置された、天井クレーンである。

主な仕様を下記に示す。

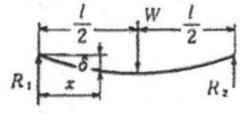
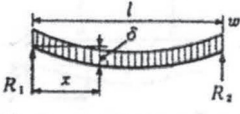
定格荷重 (M1)	2.8 t
電気トロリ、フック 合計質量	200 kg
走行速度	20 m/min
巻上速度	10 m/min
揚 程	5 m
電 源	3 相 220 V 60 Hz
荷重の割増し	衝撃係数、作業係数等＝つり荷重の 10% とする。

下記の設問 (1) ～ (4) に答えよ。

- (1) つり荷重から、ホイストビームの曲げモーメントから応力を求め、下記 I 形鋼の表から選定せよ。ただし、許容曲げ応力 $\sigma = 12 \text{ kN/cm}^2$ とする。

I 形鋼	断面積 (cm^2)	質量 (kg/m)	断面二次モーメント (cm^4)		断面係数 (cm^3)	
			I_X	I_Y	Z_X	Z_Y
I-250×125×7.5/12.5	48.79	38.3	5180	337	414	53.9
I-300×150×8/13	61.58	48.3	9480	588	632	78.4
I-350×150×9/15	74.58	58.5	15200	702	870	93.5
I-400×150×10/18	91.75	72.0	24100	864	1200	115
I-450×175×11/20	116.8	91.7	39200	1510	1740	173

- (2) つり荷重とホイストビームの自重 (前項の選定鋼材) から、ビームの最大たわみの値を求めよ。($E = 206 \times 10^5 \text{ N/cm}^2$)

荷 重	たわみ δ	荷 重	たわみ δ
	$\delta_{\max} = \frac{Wl^3}{48EI}$		$\delta_{\max} = \frac{5wl^4}{384EI}$

- (3) 巻上げモータの出力を求めよ。

ただし、機械効率を考慮せず、出力 (kW) は次の中から選べ。

(0.75, 1.5, 2.2, 3.7, 5.5, 7.5)

- (4) 走行 GM の減速比及びモータの出力を求めよ。走行抵抗は 0.06 kN/kN とする。

ただし、モータの極数は 4p、機械効率を $\eta = 0.85$ とし、

出力 (kW) は次の中から選べ。(0.75, 1.5, 2.2, 3.7, 5.5, 7.5)

