

令和2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問解答のこと。
- ・ 実用機械についての重点を絞った出題

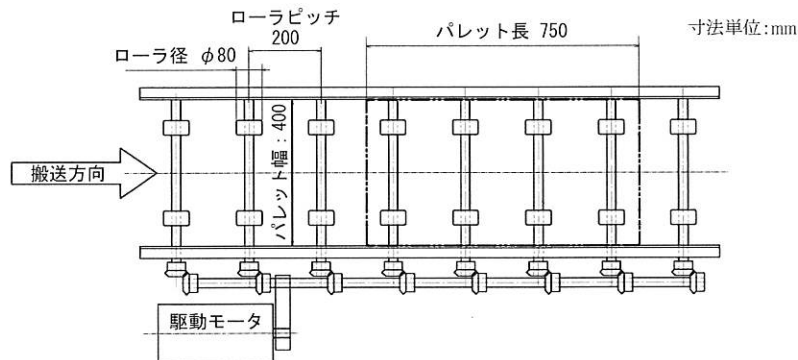
令和2年11月15日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔4. 実技課題〕

〔4－1〕 下図に示すような歯数が等しい組合せのかさ歯車駆動方式のローラコンベヤがある。

このコンベヤに関する下記の設問（１）～（３）に答えよ。解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に記述せよ。



設問

（１） ローラ１本当たりに必要な伝達トルク T [N・m] を求めよ。

ただし、搬送重量 $M=250\text{ kg}$ 、転がり摩擦係数 $\mu=0.06$ とする。

（２） 前問（１）で求めた伝達トルクより、かさ歯車に必要な最大伝達トルク T_G [N・m] を求め、表１よりモジュールサイズ m を選定せよ。

ただし、かさ歯車の歯数は駆動側 z_1 、被動側 z_2 共に 20 枚、歯面強さに対する安全率 $S_f=3$ とする。

共通仕様	
精度等級	JIS B 1704:1978 4 級
歯 形	グリーソン
圧力角	20°
ねじれ角	—
材 料	S45C
熱処理	歯面高周波焼入れ
歯面硬度	50～60 HRC

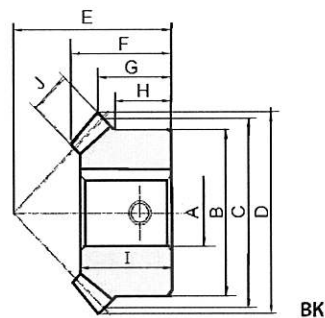


表１ かさ歯車の主要寸法および仕様一覧表（歯数 20 枚の場合）

寸法単位：mm

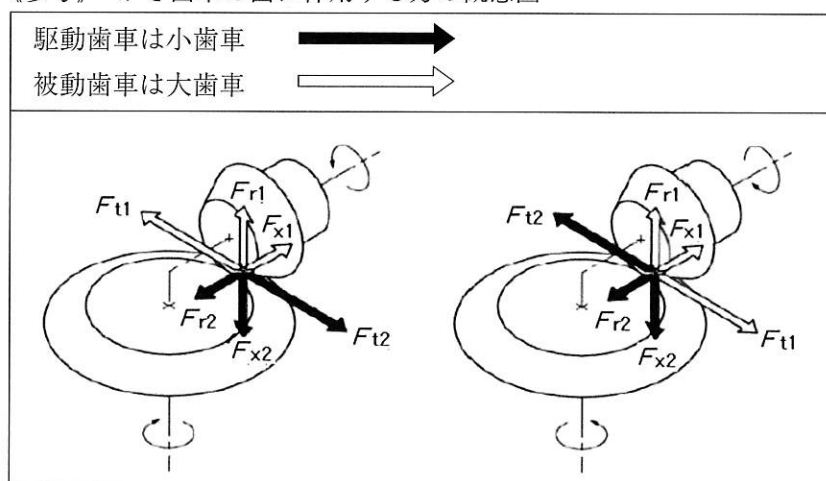
モジュール m	穴径	ボス径	基準円直径	歯先円直径	組立距離	全長	歯先距離	ボス長さ	穴長さ	歯幅	許容トルク (N・m)	
	A _{H7}	B	C	D	E	F	G	H	I	J	曲げ強さ	歯面強さ
1	8 10	16	20	21.41	20	13.95	10.71	8	12 12.07	5	0.90	0.37
1.5	10 12	26	30	32.12	30	21.24	16.06	13	19	8	3.13	1.31
2	14 15	34	40	42.83	37	24.89	18.41	14	22	10	7.17	3.05
2.5	18 20	42	50	53.54	48	32.54	24.77	19	29	12	13.7	5.90
3	22 25 20	50	60	64.24	58	39.84	30.12	23	35	15	24.2	10.5
3.5	28 30	60	70	74.95	65	44.13	32.47	25	40	18	39.0	17.2
4	30 32 25	64	80	85.65	75	50.78	37.83	27	45	20	57.3	25.4

- (3) 表2の「かさ歯車の計算式」を参考にして、前問で選定した「かさ歯車」の軸方向力 F_x [N] を求めよ。

表2 かさ歯車の計算式

No.	仕様	記号	単位	計算式
1	軸角	Σ	度	設定値
2	モジュール	m	mm	
3	圧力角	α	度	
4	歯数	z	—	
5	歯幅	b	mm	
6	入力トルク	T_1	N・m	
7	基準円直径	d	mm	zm
8	基準円すい角	$\delta_1 \cdot \delta_2$	度	$\tan^{-1}\left(\frac{z_1}{z_2}\right) \quad \Sigma - \delta_1$
9	中央基準円直径	d_m	mm	$d - b \sin \delta$
10	接線力	F_t	N	$\frac{2000 T}{d_m}$
11	軸方向力	F_x		$F_t \tan \alpha \sin \delta$
12	半径方向力	F_r		$F_t \tan \alpha \cos \delta$
13	出力トルク	T_2	N・m	$\frac{F_t d_{m2}}{2000}$

《参考》 かさ歯車の歯に作用する力の概念図



〔4－2〕

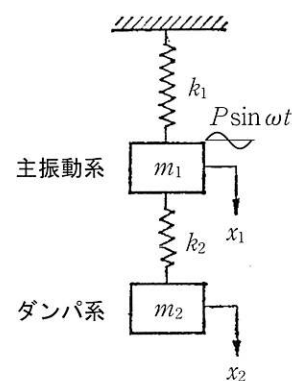
- (1) 次の振動に関する文中の空欄【A】～【E】を埋めるのに最も適切な語句を下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄に記入せよ。

質量 m_1 とばね定数 k_1 とからなる振動系に、周期的な外力 $P\sin\omega t$ が作用するとき、角振動数 ω が【A】に近いとき共振の危険がある。そこで、質量 m_2 とばね定数 k_2 とからなる振動系を質量 m_1 に付けて、これによって本体 (m_1, k_1) の共振を防ぐことが出来る。付加する振動系の角振動数【B】を加振力の ω に等しく定めると、この質量 m_2 だけが振動して、本体は【C】したままになる。

質量 m_1 の変位を x_1 、質量 m_2 の変位を x_2 として解くと、本体は【C】し、付加した振動系だけが振動する。そして、その振幅は、ばねの力が外力 P と丁度釣り合うだけの値になる。すなわち、 $P =$ 【D】の関係になる。こういう原理によって振動を防ぐ装置を【E】という。

〔語句群〕

- ① $\frac{k_1}{m_1}$ ② $\frac{k_2}{m_2}$ ③ $\sqrt{\frac{k_1}{m_1}}$ ④ $\sqrt{\frac{k_2}{m_2}}$
 ⑤ $|k_1 x_1|$ ⑥ $|k_2 x_2|$ ⑦ 絶縁 ⑧ 静止
 ⑨ 動吸振器 ⑩ 変位 ⑪ 強制振動



- (2) 騒音についての次の文章の空欄【A】～【C】に入るべき最適な数値を解答用紙の解答欄に記入せよ。

- 1) 点音源から距離 r_1 と r_2 [m] 離れた2点の音圧レベル L_{r1} と L_{r2} [dB] との間には

$$L_{r1} - L_{r2} = 20 \log \frac{r_2}{r_1} \quad (\text{ただし、} r_1 < r_2 \text{ とする。})$$

の関係が得られる。すなわち、2点間の距離が2倍になるごとに、音圧レベルは【A】dB ずつ減衰する。

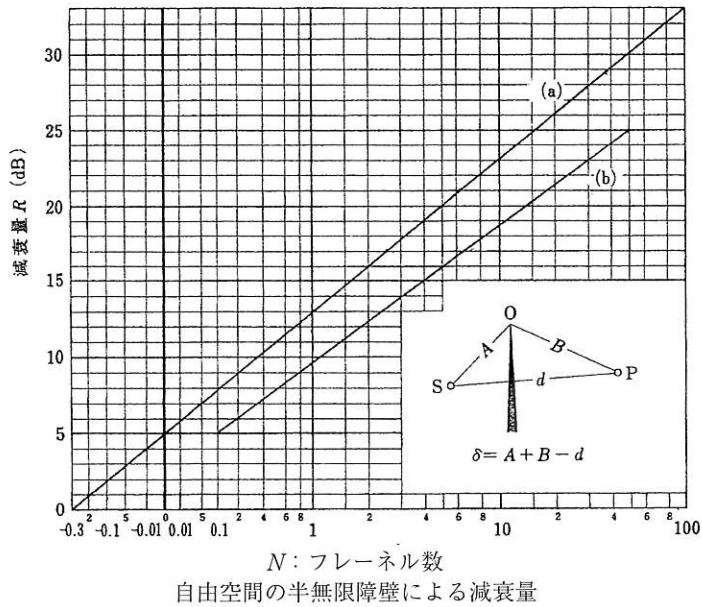
- 2) これに対して、無限線音源においては、音源から距離 r_1 と r_2 [m] 離れた2点の音圧レベル L_{r1} と L_{r2} [dB] との間には

$$L_{r1} - L_{r2} = 10 \log \frac{r_2}{r_1} \quad (\text{ただし、} r_1 < r_2 \text{ とする。})$$

の関係となり、2点間の距離が2倍になるごとに【B】dB の減衰がある。

- 3) 対象とする騒音以外の音を暗騒音 (background noise) というが、対象の音がある時とない時の差が【C】dB 以上あれば、暗騒音の影響は無視出来る。この差が【C】dB 未満の時は、補正することで、対象の騒音が単独であるときの騒音レベルを推定できる。

- (3) 地上より 1.0 [m] の等しい高さで点音源 S と受信点 P との距離が約 100 [m] 離れた位置にある。地上よりも 2.4 [m] 高い塀を音源より 0.75 [m] のところに建てると、340 [Hz] の音の成分はどの程度減衰するのか。その減衰量 R [dB] を求めよ。
解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に記入せよ。



注釈

$$N = \frac{2}{\lambda} \cdot \delta = \frac{\delta \cdot f}{170}$$

N : フレーネル数

λ : 波長 (m)

f : 周波数 (Hz)

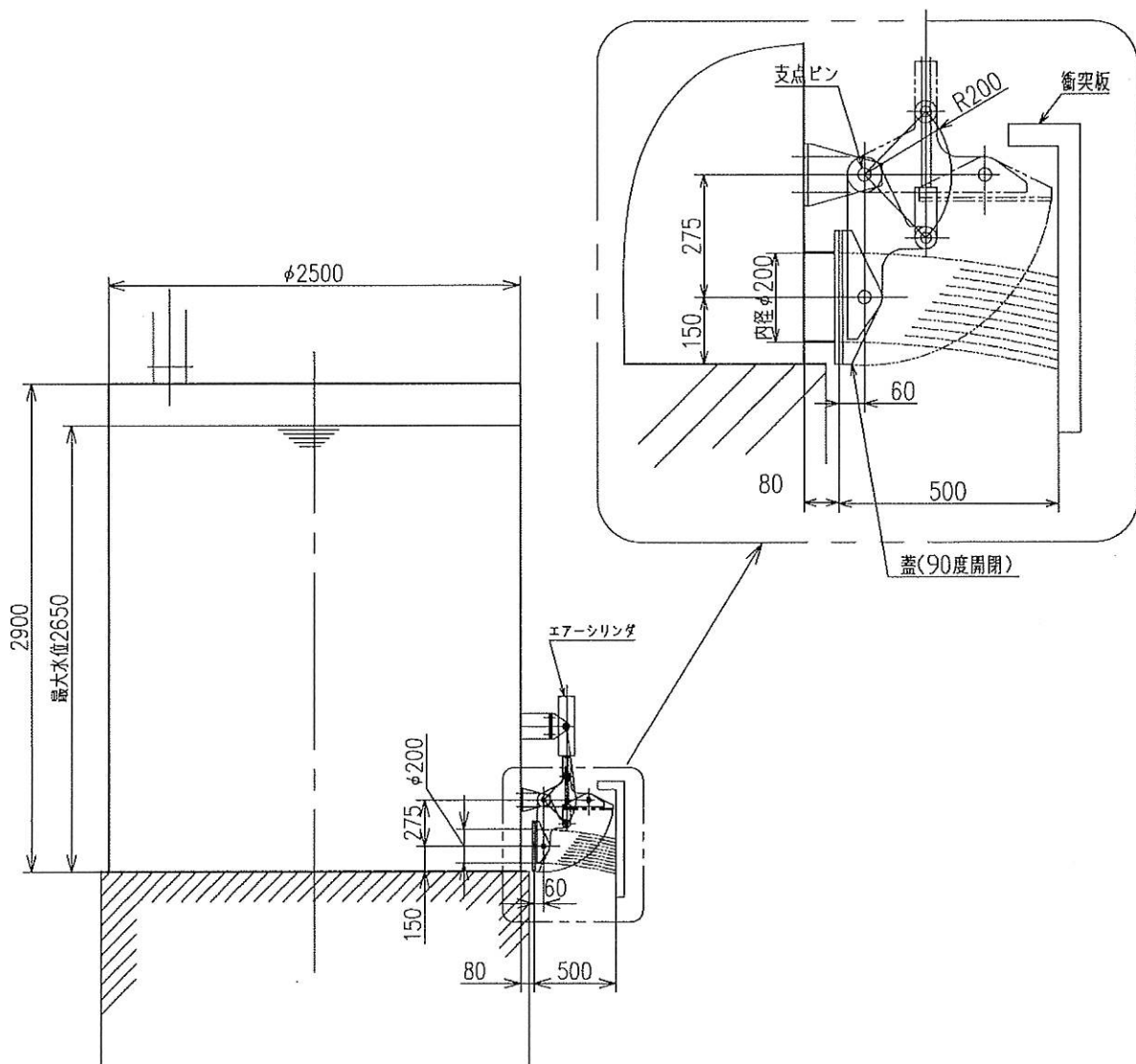
N の正負:

S と P が見通せない場合は正、塀が低く S と P が見通せる場合は負の値をとる。 $N < -0.3$ の場合は、減衰量 0 とする。

図の(a)は無指向性点音源、(b)は無
限長線音源の減衰量を表す。

〔4－3〕 下記の図は液体の貯槽である。次の設問（１）～（５）について答えよ。

- （１） 液の見掛け密度を 1g/cm^3 とし、蓋が閉止状態のとき、蓋に加わる最大荷重を求めよ。
- （２） エアーシリンダのストローク及び必要内径を求めよ。
ただし、エアー圧力は 0.5MPa 、負荷率 50% 、開閉は 90° とする。
シリンダ内径は下記標準径より選べ。
シリンダ内径（mm） 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180
- （３） 前問（１）、（２）の荷重がどのように支点ピンに加わるか、その合成荷重を求めよ。
- （４） 蓋を開いたときの流出量 Q (m^3/s)（水面は図の位置）を求めよ。
- （５） 蓋を解放したとき（水面は図の位置）衝突板が受ける力（kN）を求めよ。ただし、各種損失は無視する。



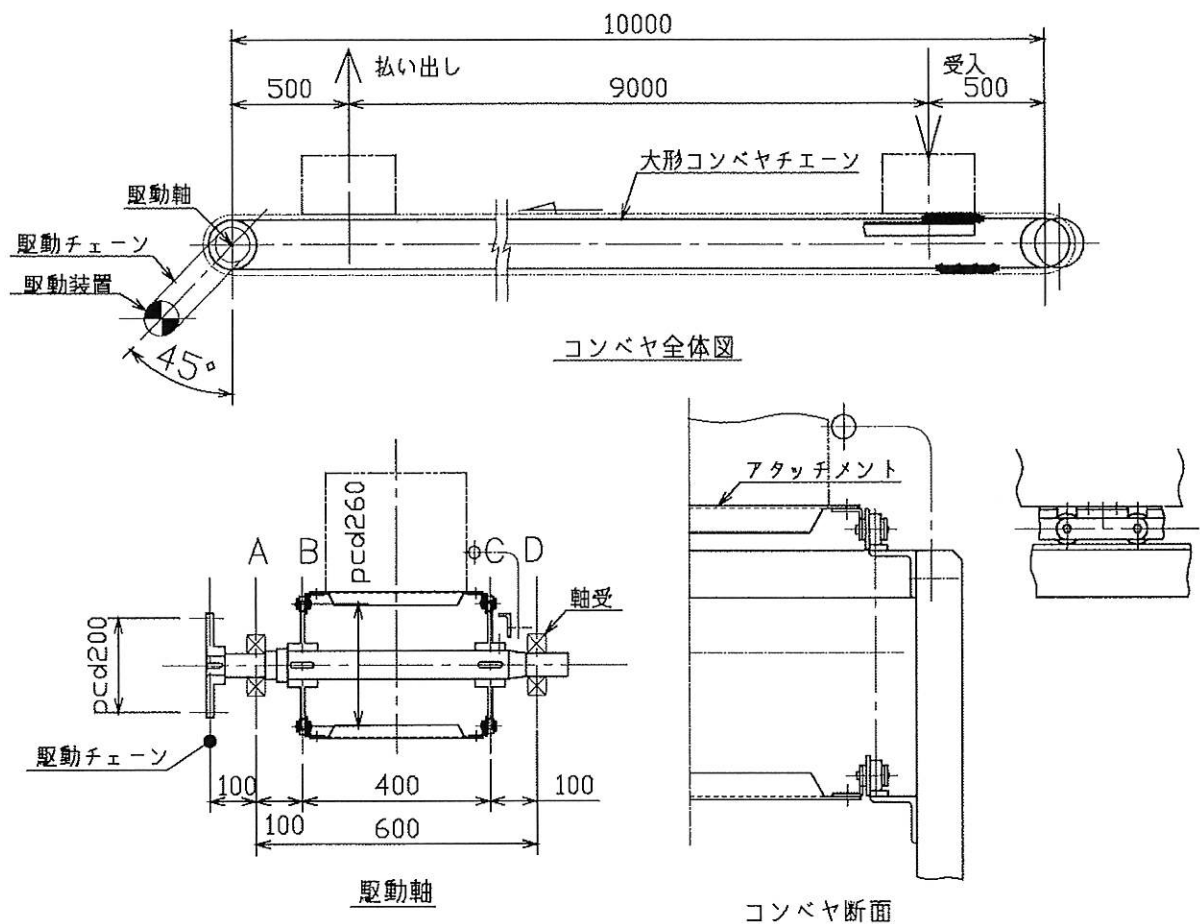
〔4－4〕 下図に示すような連続運転の大形コンベヤチェーン（RF タイプ）の搬送設備がある。

主な仕様を下図に示す。

運搬物	箱：400(長さ)×300(巾)×250(高さ)
運搬物 質量	20kg/個（最大）
チェーン 2 列とアタッチメント質量	4.5kg/m
受入能力	300 箱/h
搬送速度	6 m/min
電動機	220V 60Hz 4p ブレーキ付ギヤードモータ
チェーンとレールの摩擦係数	0.12
駆動の機械効率	0.8

下記の設問（1）～（5）に答えよ。

- （1） 運転時、2 列のコンベヤチェーンの張力を求めよ。
- （2） ギヤードモータのモータ出力を求めよ。
- （3） （1）項条件での、駆動チェーンの張力を求めよ。
- （4） 運転時、A 点の軸受に加わる、合成荷重を求めよ。
- （5） 運転時、駆動軸の A 点に加わる曲げモーメント及びねじりモーメントを求めよ。



〔4－5〕 下図は工場の屋内に設置された、壁掛けクレーンである。

主な仕様を下記に示す。

定格荷重 ($M1$)	2t
フック 質量	100kg
旋回部本体質量 ($M2$)	350kg
ドラム及び駆動部質量 ($M3$)	250kg
巻上げ速度	5m/min
揚程	2.5m
電源	220V 60Hz
荷重の割増し	衝撃係数, 作業係数, 滑車の動摩擦等=つり荷重の10%とする。

下記の設問 (1) ～ (5) に答えよ。

(1) ロープ張力を求めよ。

(2) ギヤードモータのモータ出力を求めよ。

ただし、機械効率を $\eta=0.85$ とし、出力 (kW) は次の中から選べ。

(0.4, 0.75, 1.5, 2.2, 3.7)

(3) ギヤードモータの減速比を求めよ。ただしモータの極数は 4p とする。

(4) 部材①及び②に加わる荷重を求めよ。

(5) 支持点①及び②に加わる水平力、垂直力を求めよ。

