

## 保安管理マスター制度

### 露天採掘技術保安管理士 技術試験用過去問集

# 機 械

この問題集は第 51 回～55 回(平成 11～15 年)鉱山保安技術職員国家試験「機械」(普通、上級)、鉱山保安テキスト「機械(改訂第 3 版)」の演習および例題をテキストの項目別に編集したものです。参照ページ数は平成 26 年度版鉱山保安テキスト(学習用統合資料)に準拠しています。

記述式問題(旧上級)は勉強のための参考であり、出題予定はありません。

また、出題範囲に入っている過去問が出題されていない場合は(該当問題なし)と表記されています。今後の試験では出題範囲となりますのでご注意ください。

## 各章の問題数

	選択問題	記述問題	計
第1章 機械の基礎知識	39	24	63
第2章 ポンプ	11	12	23
第3章 扇風機	4	6	10
第4章 圧縮機	6	3	9
第5章 油圧および油圧機械	6	7	13
第6章 運搬	8	5	13
合計	74	57	131

# 第 1 章 機械の基礎知識

## 第 1 節 基礎数表

(該当問題なし)

## 第 2 節 数 学

(該当問題なし)

## 第 3 節 力 学

問 1

9-5/8 インチ (244mm) のドリルカラーを一本ずつクレーンで吊り上げようとしている。長さ 9.5m、重量 3,150kg の両端にそれぞれカラーと同じ長さの 9.5m 吊ワイヤの一方をかけて他端を 2 本一緒にクレーンのフックにかけた。吊ワイヤにかかる静荷重に最も近いものを下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 3,638kg (2) 2,227kg (3) 1,575g (4) 1,819kg

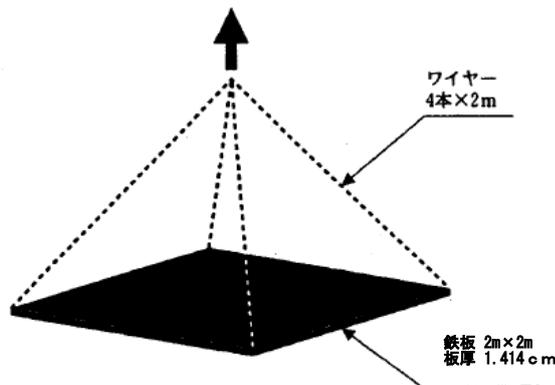
(第 52 回普・機)

問 2

図に示すような、1 辺 2m の正方形の鉄板 (厚さ 1.414cm) に、長さ 2m のワイヤー 4 本を掛け、吊り上げるとき、次の問に答えよ。

ただし、鉄の比重は 7.8 とし、鉄板自体の自重によるたわみや、ワイヤーの取り付け金具の寸法は無視できるものとする。

- (1) 鉄板の重さはいくら。  
 (2) ワイヤー 1 本あたりに掛かる張力はいくらか。



(第 55 回上・機)

問 3

運動の第 2 法則に関する次の文中□に当てはまる言葉を下記の組み合わせの中から選べ。

□(イ)が物体に作用しているあいだ、物体には□(イ)の方向に□(ロ)が生じる。  
□(ロ)の大きさは、□(イ)に□(ハ)し、物体の□(ニ)に反比例する。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	加速度	力	比例	質量
(2)	力	加速度	反比例	重量
(3)	力	加速度	比例	質量
(4)	加速度	力	反比例	重量

(類第 49 回普・機)

問 4

運動に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 慣性の法則は静止している物体は静止をつづけ、運動している物体は等速度で直線運動をつづける。
- (2) 運動の第 2 法則は加速度の大きさは力に比例し、物体の質量に反比例する。
- (3) 反作用の法則は力の作用があれば同じ作用線上で大きさが等しく、方向が反対の力が作用する。
- (4) 円運動において遠心力の大きさは、物体の質量とそれが円周上の速度の 2 乗に比例し、円運動の半径に比例する。

(第 51 回普・機)

問 5

次の記述のうち正しいものを下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 静止している物体を動かすときに働く摩擦を滑り摩擦、運動中の物体に働く摩擦をころがり摩擦という。
- (2) 摩擦力は接触面に垂直に働く力に反比例し、接触面積には無関係である。
- (3) 摩擦は固体と固体の間のみ生ずるもので、固体と気体、固体と液体との間には生じない。
- (4) 摩擦係数とは摩擦力を接触面に働く力で割った値で、接触面の状態により変わる。

(第 52 回普・機)

## 第 4 節 材 料 力 学

### 問 6

次の文の内容を関係式で表せ。

- (1) 平面上にある重さ  $N$  の物体に、平面に沿ってすべり方向に外力  $F$  が作用し、物体が平面上を動きはじめた。ただし、この物体と平面間の摩擦係数を  $\mu$  とする。
- (2) 時間  $t$  の間に速度が  $V_1$  から  $V_2$  に変わった。その間の加速度は  $\alpha$  であった。
- (3) 両端支持のはりの 2 点に上からの荷重  $W_1$  と  $W_2$  がそれぞれ加わった。両端に生じた反力は  $R_1$  と  $R_2$  であった。
- (4) はりの断面に曲げモーメント  $M$  が働き、はりの上下面に曲げ応力  $\sigma$  が生じた。ただし、このはりの断面係数は  $Z$  である。

(第 51 回上・機)

### 問 7

金属棒に引張荷重をかけたとき生ずる応力とひずみとの関係に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) ある荷重までは応力とひずみとは正比例するが、この限界の応力を比例限度という。
- (2) ある荷重までは荷重をのぞくとひずみが完全に消えるが、この限界の応力を弾性限度という。
- (3) 荷重を十分に大きくすると、応力は減少しながらひずみが増大する状態があらわれるが、この現象を降伏という。
- (4) 材料が破壊するまでに達する最大応力を引張強さという。

(第 51 回普・機)

### 問 8

外径 50mm、内径 30mm の中空軟鋼棒を 800N の力で引張ったとき生ずる応力はどれだけか。次のうち最も近い数値を選べ。

- (1)  $31.8\text{N}/\text{cm}^2$     (2)  $40.8\text{N}/\text{cm}^2$     (3)  $63.7\text{N}/\text{cm}^2$     (4)  $80.7\text{N}/\text{cm}^2$

(第 51 回普・機)

問 9

- (1) 回転軸の平均トルクが  $9.8 \times 10^3 \text{Nm}$  であった。いま、この軸が 1 分間に 120 回転すると動力は何 (kW) か。
- (2) また、この軸はねじりのみを受け、軸の許容せん断応力は  $4.9 \times 10^7 \text{N/m}^2$  としたとき軸径は何 cm か。

但し、軸径  $d$  は

$$d = \sqrt{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau}} \quad \text{とする。}$$

(第 52 回上・機)

問 10

直径 25mm の軟鋼丸棒を 9800N の力で引っ張っていたが、直径 50mm の同一材質のものに置き換えた。発生する応力はどのように変化するか、下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 2 倍      (2) 変わらない      (3) 1/2 になる      (4) 1/4 になる

(第 52 回普・機)

問 11

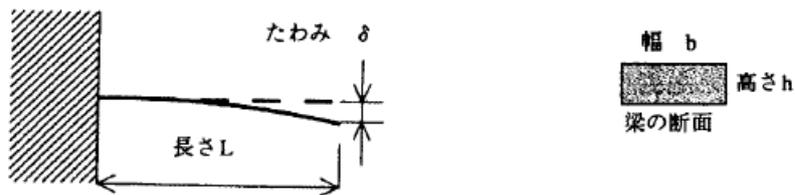
図のような幅  $b$ 、高さ  $h$  の片持ち梁がある。梁の断面形状は一定で、梁にかかる荷重は梁の自重のみ働いているものとする。そのときの先端のたわみ量  $\delta$  は次の式で表される。

$$\delta = wL^4 / 8EI$$

$$I = bh^3 / 12$$

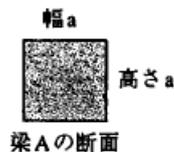
$E$ : 縦弾性係数     $I$ : 断面二次モーメント

$W$ : 単位長さあたりの重量



ここに同じ材質・同じ長さで断面の違う二つの梁 A、梁 B がある。

B のたわみ量は A のたわみ量の何倍になるかを求め、その理由も記せ。



(第 53 回上・機)

問 12

管径 400mm、長さ 30m の鋼管を冬季の気温 0℃（管体温度も 0℃）で両端を固定した。夏季に管体の温度が 40℃になったときに生ずる応力を求めよ。またこの応力を吸収するために伸縮継手で対処する場合の設計変位量を求めよ。なお、管の線膨張係数は  $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$  (1/℃)、ヤング率は  $E = 2.1 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>) とする。

(第 53 回上・機)

問 13

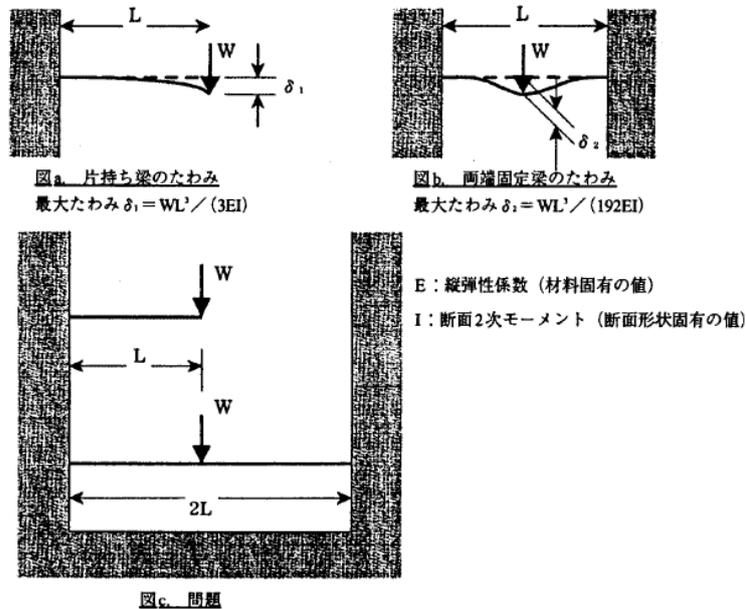
金属材料のひずみと応力に関する次の記述のうち、誤っているものを下記の (1) ～ (4) の内から選べ。

- (1) 垂直応力には引張り応力、圧縮応力とがある。
- (2) ひずみは応力の方向のみに発生する。
- (3) 応力が小さい範囲では、ひずみは応力に比例する。
- (4) 降伏点をこえる応力がかかると、応力を除いても変形が残る。

(第 53 回普・機)

問 14

図 a のような長さ  $L$  の片持ち梁の自由端に、荷重  $W$  がはたらいた時の最大たわみを  $\delta_1$  図 b のような長さ  $L$  の両端固定梁の中央に、荷重  $W$  がはたらいた時の最大たわみを  $\delta_2$  梁自体の自重の影響を無視できるものとする、下記のように表される。



ここに、図 c で示すような、面間距離  $2L$  の壁に、同じ材質、同じ断面形状を持つ上段に長さ  $L$  の片持ち梁、下段に両端固定梁があり、それぞれ壁から距離  $L$  の位置に同じ荷重  $W$  が個別にはたらいっている時、片持ち梁のたわみ  $\delta_3$  は、両端固定梁たわみ  $\delta_4$  の何倍になるか、理由も記せ。

(第 54 回上・機)

問 15

外径 6cm、内径 5.2cm の中空丸棒に引っ張り荷重が作用している。同じ荷重が作用する中実丸棒で応力が同じとなる直径はいくらか。次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 2.5cm          (2) 3cm          (3) 4cm          (4) 5.5cm

(第 54 回普・機)

問 16

40mm×25mm の均質な軟鋼角棒について引張試験を行なった。最初に 245,000N で引張り、更に 294,000N まで引張った時の角棒の断面積にかかる引張り応力 (N/mm<sup>2</sup>) の増加はどれだけか、次の数値の中より選べ。

- (1) 16          (2) 33          (3) 49          (4) 65

(第 55 回普・機)

問 17

次の文の内容を関係数式で表わせ。ただし、4 問中 3 問を解答せよ。

- (1) 平面に重さ  $N$  の物体がある。この物体に平面に沿って滑り方向に外力  $F$  が作用して、物体が平面上を動きはじめた。ただし、この物体と平面間の滑り摩擦係数を  $\mu$  とする。
- (2) 質量  $m$  の物体が速度  $v$  で動いているとき、この物体の運動エネルギーを  $E$  とする。
- (3) 鋼材の引張試験で、材料の単位引張応力を  $\sigma$ 、単位伸びを  $\epsilon$  とし、ヤング率を  $E$  とする。ただし、材料の弾性限界内とする。
- (4) 荷重を受ける梁 (ビーム) がある。このある断面に曲げモーメント  $M$  が作用したとき、その断面に曲げ応力げが発生した。ただし、この断面の断面係数は  $Z$  である。

(第 31 回上・機, 類第 43 回上・機)

問 18

長さ 2m、直径 10mm の丸棒を、1,020N の力で引っ張ったときの応力とひずみはいくらになるか。また、このときの棒の伸びはいくらか。

ただし、材料のヤング率を  $21 \times 10^4 \text{N/mm}^2$  とする。

問 19

次の、材料の機械的性質ならびに強度に関する、3 つの用語について簡単に説明せよ。

- (1) 比例限度 (フックの法則)
- (2) 応力集中
- (3) 許容応力

(第 45 回上・機)

問 20

直径 25mm の軟鋼丸棒 1 本で 3,000kg の荷重を吊っている。いま、これを同一材質の軟鋼丸棒 2 本におきかえるとき、棒の直径 [mm] をいくりにすればよいか。次のうちから、最も近い数値を選べ。

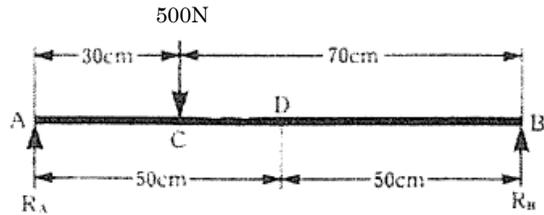
ただし、安全率ならびに棒に発生する引張応力は変らないものとする。

- (1) 13      (2) 16      (3) 18      (4) 22

(第 36, 45 回普・機, 類第 45 回上・機)

問 21

右図のように、長さ 100cm, 両端支持のはり AB 上の C 点に 500N の外力が作用するとき、支点 A と B での反力  $R_A$  と  $R_B$ , および、はりの中心 D 点でのせん断力  $S_D$  と曲げモーメント  $M_D$  を求めよ。



ただし、はりの自重は考えないものとする。

(第 48 回上・機)

( 参考 : 熱 )

問 22

ボイル・シャルルの法則を式で示し、温度、体積、圧力の関係について説明せよ。

(第 51 回上・機)

問 23

空気及びガスに関する次の記述のうち誤っているものを下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 一定圧力のもとでは空気の体積はその絶対温度に反比例する。従って、温度が  $50^{\circ}\text{C}$  で  $1\text{m}^3$  の空気を  $100^{\circ}\text{C}$  まで加熱したとき、その体積は  $2\text{m}^3$  となる。
- (2) 圧力を表す絶対圧力とゲージ圧力には次の関係がある。  
ゲージ圧力 = 絶対圧力 - 大気圧
- (3) 物質  $1\text{kg}$  の温度を  $1^{\circ}\text{C}$  だけ高めるのに要する熱量を、その物質の比熱という。
- (4) ある物質の単位体積当たりの重量をその物質の比重量といい、単位重量当たりの体積をその物質の比容積という。

(第 52 回普・機)

## 問 24

温度が  $35^{\circ}\text{C}$  の室内に表面積が  $16\text{m}^2$  の炉がある。炉壁の表面温度が  $95^{\circ}\text{C}$ 、炉壁から空気への熱伝達率を  $5.8\text{W}/\text{m}^2\text{C}$  ( $5\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$ ) とすると、炉壁からの室内への放熱量はいくらか。

(第 53 回上・機)

## 問 25

空気等の気体は圧力が一定のもとでは、その容積は温度に比例する。温度が  $30^{\circ}\text{C}$  で容積が  $1\text{m}^3$  の理想気体がある。この気体の温度が  $35^{\circ}\text{C}$  になったとき、容積はいくらになるか。次の (1) ~ (4) のうちから選べ。

ただし、圧力は変わらないものとする。

- (1)  $0.86\text{m}^3$       (2)  $0.98\text{m}^3$       (3)  $1.02\text{m}^3$       (4)  $1.17\text{m}^3$

(第 53 回普・機)

## 問 26

伝熱に関する次の記述の  に該当する語句を入れよ。

一つの物体の中で起こる熱の移動を  (イ) といい、その割合を示す単位は  (ロ) で表される。また、接触している物体間に起こる熱の移動を  (ハ) といい、その割合を示す単位は  (ニ) で表される。

(第 54 回上・機)

## 問 27

次の (1)、(2) の問に答えよ。

(1)  $0^{\circ}\text{C}$ 、 $100\text{g}$  の氷を大気圧下ですべて  $100^{\circ}\text{C}$  の水蒸気にするために必要な熱量を求めよ。なお、大気圧下での水の気化熱は  $2260\text{J}/\text{g}$ 、融解熱は  $335\text{J}/\text{g}$ 、比熱は  $4.186\text{J}/\text{g}\cdot\text{K}$  とする。

(2) 温度  $15^{\circ}\text{C}$  の水  $200\text{m}^3$  を  $45^{\circ}\text{C}$  まで上げるために天然ガスは何  $\text{m}^3$  が必要か求めよ。このとき熱効率は  $60\%$  とする。なお、水の比熱を  $4.186\text{J}/\text{g}\cdot\text{K}$ 、天然ガスの熱量を  $41.86\times 10^6\text{J}/\text{m}^3$  とする。

(第 54 回上・機)

問 28

熱の移動に関する次の記述のうち、誤っているものを次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 流体が暖められると温度が上昇し周囲との間に密度差を生じ流れがおこる。これによっておこる熱の移動を対流伝熱という。
- (2) 高温物体の表面から気体または液体への熱の移動を熱伝導という。
- (3) 輻射熱伝達は高温物体の温度の 4 乗と低温物体の温度の 4 乗の差に比例する。
- (4) 伝熱量は表面積と温度差の積に比例する。

(第 54 回普・機)

問 29

物質の状態変化に関する次の記述のうち、誤っているものを次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 氷と水との混合物の温度は  $0^{\circ}\text{C}$  であり、これに熱を与えても氷がとけるだけで、混合物の温度は変わらない。
- (2) 固体が溶けて液体になるときに吸収する熱量を融解熱という。
- (3) 液体が気体になるときに吸収する熱量を気化熱という。
- (4) 融解熱や気化熱はどんな物質でも一定の値である。

(第 54 回普・機)

問 30

熱の伝わり方について、4 つの現象に分類し、それぞれの現象について、利用例や身近な自然現象を簡単に説明せよ。

(第 55 回上・機)

## 第 5 節 工業材料

問 31

下記に示す炭素鋼の熱処理について、その方法と目的を説明せよ。

- (1) 焼ならし      (2) 焼なまし      (3) 焼入れ      (4) 焼戻し

(第 52 回上・機)

## 問 32

炭素鋼および合金鋼に関する次の記述のうち、誤っているものを下記の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) SS400 は一般構造用圧延鋼材を示し、SS400 の場合引張強さが  $330\sim 430\text{N/mm}^2$  であり、数字は引張強さの下限を  $\text{N/mm}^2$  単位で表している。 $(1\text{N/mm}^2=1\text{MPa})$
- (2) S40C は機械構造用炭素鋼であり、S40C の記号は炭素含有量が約 4.5% (4.0～5.0%) を示している。焼入れ、焼戻しを行うことにより機械的性質は向上する。
- (3) SK は炭素工具鋼を示し、0.6～1.5%の炭素を含む。焼入れ、焼なましを行うことにより切削工具として用いられる。
- (4) SUS はステンレス鋼を示し、鋼にクロムやニッケルを加えた耐食鋼である。代表的なものとしてクロム 18%とニッケル 8%を含むいわゆる 18-8 ステンレス鋼がある。

(第 52 回普・機)

## 問 33

炭素鋼に関する次の記述のうち、下線の部分が誤っているものを(1)～(4)の内から選べ。

鋼は圧延・鍛造・鋳造などの加工を受けると、そのままでは内部にひずみ(応力)が残ったり、脆くなったりする。このような影響を除くため  $800^\circ\text{C}\sim 950^\circ\text{C}$  に加熱した後、空中で放冷する処理を①焼きなましという。

鋼を  $800^\circ\text{C}\sim 900^\circ\text{C}$  に加熱し、水や油で急冷する処理を②焼入れといい、鋼の硬さが増すが、反面は脆くなる。硬さを調節し、ねばさを増すため  $150^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$  に加熱し空气中で放冷するか、あるいは  $550^\circ\text{C}\sim 600^\circ\text{C}$  に加熱し急冷する処理を③焼戻しという。

一般に②焼入れだけというのはまれである。

鋼の機械部品では、例えば軸や歯車などのように表面は硬くて耐磨耗性が高いが、内部はねばりがあり大きな力にも耐えることが望ましい場合もある。これらに応じるのが「表面硬化処理」である。このうちの代表的なものに高周波焼入れ、④浸炭法などがある。

(第 53 回普・機)

## 問 34

鋼の熱処理のうち、「焼入れ・焼戻し」に関する記述のうち、下線の部分が誤っているものを(1)～(4)の内から選べ。

鉄鋼を硬くし強さを増すため、 $800^\circ\text{C}\sim 900^\circ\text{C}$  に加熱し、①水や油に入れ急冷する処理を焼入れという。この状態では、硬いが脆くなっているため、さらに全体の②硬度を増すため、 $150^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$  に加熱して③空中で放冷するか、あるいは  $550^\circ\text{C}\sim 600^\circ\text{C}$  に④加熱し急冷する処理を焼戻しという。

(第 54 回普・機)

問 35

一般工業材料に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 低炭素鋼（軟鋼）は塑性加工がしやすく、溶接性が良いので一般構造用圧延鋼材の材料になる。
- (2) 中炭素鋼は強さと粘りを要求される機械部品に多く使われ、代表的な S45C は、炭素含有量が 4.5%前後であることを表している。
- (3) 高炭素鋼は耐摩耗性が大きく、レール、車輪タイヤ、工具鋼などに使用される。
- (4) ねずみ鉄は圧縮強さが引張強さの 3~4 倍もあり、耐摩耗性や切削加工性に優れているのが特徴である。

(第 55 回普・機)

## 第 6 節 潤 滑

問 36

軸受の焼けつきに関する次の記述のうち、誤っているものを下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 軸受が完全潤滑の状態にあるときは、発生する熱は潤滑油によって持ち去られるため、問題ない。
- (2) 境界潤滑の場合、PV 値が軸受けの焼けつきの温度の指標となる。
- (3) 焼けつきの原因は、荷重それ自体による直接的な油膜の剥離や破断に起因する。
- (4) 油膜剤の劣化寿命は温度が 10°C 上昇すると半減する。

(第 52 回普・機)

問 37

潤滑剤に関する次の文中、の中に当てはまる正しい言葉を入れよ。

軸受の焼けつきという現象は、それ自体による直接的なの剥離や破断に起因するものでなく、の増加によるの増加からの温度が上昇し、その結果としてが熱的に破断し、ついに焼けつきに至る。

(第 53 回上・機)

問 38

油潤滑の給油方式で油浴、滴下、霧状、強制の方式があるが、限界  $dn$  値が大きい順に並べた場合、正しいものを選べ。

- (1) 油浴 > 滴下、霧状 > 強制
- (2) 滴下、霧状 > 油浴 > 強制
- (3) 強制 > 滴下、霧状 > 油浴
- (4) 滴下、霧状 > 強制 > 油浴

(第 55 回普・機)

問 39

軸受の潤滑で、 $pV$  値、 $dn$  値が使われるが、これらに関する次の設問に答えよ。

(1) 次の文中で  の中に適当な言葉を入れよ。

軸受は大別すると、 軸受と  軸受に大別できる。

軸受の場合、 $pV$  値が軸受面での単位面積・単位時間当りの発熱量、ひいては温度上昇の比較基準値となり、 の指度となる。

また、 軸受の場合・許容回転数は限界  $dn$  値で経験値が表され、限界  $dn$  値を無視して高速回転させると  を生じる恐れがある。

(2) 上記文中の  $p$ 、 $V$ 、 $d$ 、 $n$  の各記号は何を表すか。

(第 55 回上・機)

問 40

潤滑剤を選定するにあたって、どのような時に粘度の高い潤滑剤を選定するか条件を 4 つあげよ。

(第 51 回上・機)

問 41

粘度の高すぎる潤滑油を使用したとき、次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 軸受で粘度の高すぎた潤滑油を使用した時は動力損失が大きい。
- (2) 減速機で粘度が高すぎた潤滑油を使用した時はピッチングや異常磨耗が発生しやすい。
- (3) エンジンで粘度の高すぎる潤滑油を使用した時は燃料消費が増加する。
- (4) 空気圧縮機で粘度が高すぎる潤滑油を使用した時は配管内のカーボンの堆積が増え、火災、爆発の原因となる。

(第 55 回普・機)

## 問 42

潤滑剤の正しい使用方法に関する次の記述のうち、誤っているものを次の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) 機械の運転条件、運転環境に適した潤滑油を選定する。
- (2) 潤滑油には寿命があるので更油時期を定め、その時期がくるまで更油しなくてよい。
- (3) 潤滑油の保管は常に正しく保管し、更に適量の在庫を持つことが必要である。
- (4) 給油作業の簡易化と、給油忘れの撲滅のための省力化給油機器の採用が望ましい。

(第54回普・機)

## 問 43

軸受の潤滑油に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 完全潤滑(粘性または流体潤滑)とは、軸と軸受とが粘性油膜で完全にへだてられている状態で、この場合は摩耗や焼けつきを起こす心配はない。
- (2) すべり軸受における  $PV$  値は軸受の焼けつきの示度となるべきもので  $\mu PV$  が発熱量を表わす因子となる。
- (3) 軸受の焼けつきは、荷重の増加による油膜の剥離や破断に起因するものであって、軸受の温度上昇による油の粘度低下には無関係である。
- (4) ころがり軸受の潤滑上の使用限界として一般に  $dn$  値が使われているが、この値は転動体と保持器との間における摩擦による発生熱の示度となるものである。

(第18回普・機、類第31回普・機)

## 問 44

鉱山機械の軸受用潤滑油の選定に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 軸の速度の大きいものほど粘性に富んだネバネバしたものを、また速度の小さいものほど流動性に富んだサラサラしたものを、用いなければならない。
- (2) 圧力の大きいところには粘度が大きく、かつ、付着性の大きいものが必要である。また圧力の小さいところには粘度の小さいものがよい。
- (3) 一般には高温のところには、引火点の高いものを用いる。低温のところでは粘性の大きいものはよくない。
- (4) 減摩作用を直接支配する性質は、粘度と付着性である。同一粘度のもので、摩擦係数の差がほとんどなくても、付着性が小であると発熱する場合があるから、このような場合はなるべく動植物性油を使用するのがよい。

(第14回上・機)

## 第 7 節 機 械 の 要 素

問 45

歯車伝動に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

- (1) 回転を確実に伝達できるが、2 軸間の距離が比較的長いときに使用される。
- (2) 歯車の歯数を変えることによって回転比を変えられ、その回転比は終始一定である。
- (3) 耐久性が大である。
- (4) 歯車の種類によっては、2 軸が平行でなくとも回転を確実に伝達できる。

(第 55 回普・機)

問 46

次の歯車のうち、2 つの歯車の 2 軸が平行でない歯車を選び。

- (1) 平歯車           (2) ウォームギヤー           (3) やまば歯車           (4) 内歯車

(第 51 回普・機)

問 47

歯車に関する次の記述のうち、誤っているものを下記の (1) ~ (4) の内から選び。

- (1) モジュールは、メートル寸法の歯の大きさを表わすもので、ピッチ円の直径を歯数で除した数値をいう。
- (2) 歯先円は歯の先端を連ねる円で、この直径を歯車の外径という。
- (3) 歯車の歯形は、一般的にサイクロイド曲線が多く使用される。
- (4) ピッチ円は、歯車のころがり接触を行う仮想的な面をピッチ面といい、ピッチ面と軸に直角な面との交線は円形となるのでこれをピッチ円という。

(第 52 回普・機)

問 48

次の転がり軸受の呼び番号のうち、(1) ~ (4) までの組合せの中で正しいものを選び。

7	2	10	C	DT	P4
↓	↓	↓	↓	↓	↓
(イ)	(ロ)	(ハ)	接触角番号	組み合わせ記号	(ニ)

- |          |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|
|          | (イ)  | (ロ)  | (ハ)  | (ニ)  |
| (1) 等級記号 | 内径記号 | 寸法記号 | 形式記号 | 形式記号 |
| (2) 形式記号 | 寸法記号 | 内径記号 | 等級記号 | 等級記号 |
| (3) 等級記号 | 寸法記号 | 内径記号 | 形式記号 | 形式記号 |
| (4) 形式記号 | 内径記号 | 寸法記号 | 等級記号 | 等級記号 |

(第 51 回普・機)

問 49

チェーン伝導に関する次の文中、の中に当てはまる正しい言葉を、下記の (1) ~ (4) の組み合わせの内から選べ。

この伝動機構はチェーンとのかみ合いにより運動・力を伝達する。

構造上すべりが無く伝動効率は、熱や湿気、油脂の影響を受け難いなどの特徴がある。

機構の性質上、回転数ある。

磨耗の進んだとチェーンには騒音や振動が激しくなる。

倍ピッチチェーンを使用する場合はの歯数をとすると、寿命が長くなる。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	歯車	高く	にムラが	奇数枚
(2)	歯車	低く	が一定で	偶数枚
(3)	スプロケット	高く	にムラが	奇数枚
(4)	スプロケット	低く	が一定で	偶数枚

(第 53 回普・機)

問 50

二本の軸間で動力を伝動する方式 (機械要素) を 4 つあげ、それぞれの特徴について説明せよ。

(第 54 回上・機)

問 51

ベルト伝動に関する次の文中の中に当てはまる正しい言葉を下記 (1) ~ (4) の組合せの内から選べ。

V ベルト伝動は平ベルト伝動に比べ、比較的な張力で力の伝動ができ、衝撃は、回転音が。

平行軸の V ベルト車に掛けて伝導するが、V ベルトがベルト車の底に当たると、側面での摩擦が得られず、ベルトがスリップするので、点検時注意する。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	大きな	大きな	大きく	静か
(2)	大きな	大きな	大きく	高い
(3)	小さな	大きな	小さく	静か
(4)	小さな	小さな	小さく	高い

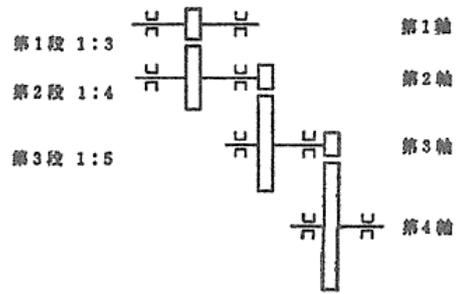
(第 54 回普・機)

問 52

3 段減速機があつて、第 1 段から第 3 段までの減速比がそれぞれ 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5 である。第 1 軸の直径が 50mm であるとき、第 4 軸の直径はいくらにすべきか、次のうちから正しいものを選べ。

ただし、伝動軸の直径は、それが伝えるトルクの 3 乗根に比例するものとする。

- (1) 100mm (2) 200mm (3) 300mm (4) 400mm



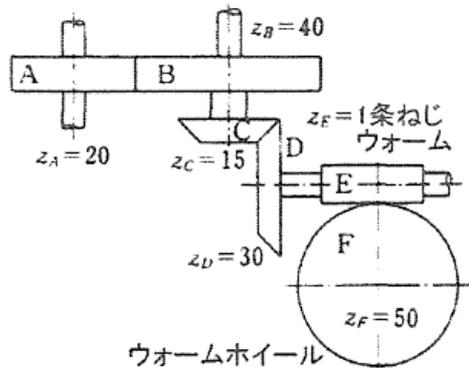
(第 22 回普・機)

問 53

右図に示す歯車の組み合わせにおいて、A 軸の回転数を 1,200rpm としたとき、最終軸のウォームホイール F の回転数 (rpm) を下記の中から選べ。

ただし、E のウォーム 1 回転について、F のウォームホイールは 1 歯分回転するものとする。

- (1) 4rpm (2) 6rpm (3) 8rpm (4) 10rpm



(第 46 回普・機)

問 54

ころがり軸受とすべり軸受との長所および短所を比較して簡単に述べよ。

(第 33 回上・機)

問 55

ころがり軸受の荷重と寿命 (回転数で表示する) に関する次の記述のうち、正しいものを選べ。

- (1) 寿命は、荷重に反比例する。
- (2) 寿命は、荷重の 2 乗に反比例する。
- (3) 寿命は、荷重の 3 乗に反比例する。
- (4) 寿命は、荷重の 4 乗に反比例する。

(第 28 回普・機)

問 56

軸受に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

- (1) ホワイトメタルの受金は、熱伝動率がよく、青銅または鋳鋼の受金の裏張りとして広く使用されており、許容圧力は 25～30MPa 位である。
- (2) 青銅（砲金）は錫 10%と亜鉛 2%程度を加えたもので、この材質の受金は衝撃によく耐え、摩耗も少ない。
- (3) 軸受圧力は荷重に比例し、軸径と軸受面有効長さの乗数に反比例する。
- (4) ジャーナル軸受は、荷重が軸心に直角にかかる軸に対して使用するものである。

(29 回普・機, 類第 27 回普・機)

問 57

ベルト伝動に関する次の文中の  の中に入れる正しい言葉または数値を、下記の

(1) ～ (4) の組み合わせのうちから選べ。

ベルト伝動の速度比は、普通  (イ) 以下にするが  (ロ) などのために速度比は原動車と従車との径に厳密には  (ハ) しないから、従車の回転は、 (ニ) %遅れる。

- |     | (イ)    | (ロ) | (ハ) | (ニ) |
|-----|--------|-----|-----|-----|
| (1) | 1 : 12 | 摩 擦 | 正比例 | 1～3 |
| (2) | 1 : 6  | すべり | 反比例 | 4～6 |
| (3) | 1 : 12 | 摩 擦 | 反比例 | 4～6 |
| (4) | 1 : 6  | すべり | 正比例 | 1～3 |

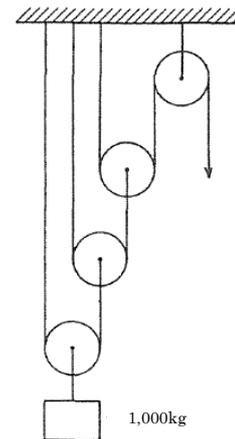
(第 16 回普・機)

問 58

右図のような組み合わせの滑車装置を使用して 1,000kg の荷重をあげるのに、何 N の力が必要か、次のうちから選べ。

ただし、滑車の効率を 100%、動滑車の質量を 10kg とし、ロープの重量は無視する。

- (1) 約 617 N
- (2) 約 1,225 N
- (3) 約 1,311 N
- (4) 約 2,528 N



(第 33、40 回普・機)

問 59

チェーン伝動に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

- (1) 軸間距離が比較的長い場合に便利である。
- (2) 速度比を確実に維持できる。
- (3) 伸びや滑り損失が少なく寿命が長い。
- (4) 初張力を必要としないので、軸受けの摩耗が少ない。

(第 38 回普・機)

問 60

エンジン駆動の掘さく装置において、各軸間の動力伝達に歯車を使わないでチェーンとスプロケットによるおもな理由を2つあげよ。

(第 17 回上・機)

## 第8節 設 備 保 全

問 61

設備管理に関する記述のうち、誤っているものを下記の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) 保全を行う時、設備能力の劣化と、それを回復するための費用とをにらみ合わせて、最も経済的な修理限界を決めることも必要である。
- (2) 生産保全とは「生産の経済性を高めるための保全」であり、①予防保全、②事後保全、③改良保全を包含するものである。
- (3) 設備管理の業務を大別すると、設備の①新設、②修理、③撤去、④更新となる。
- (4) 機械およびその部品の標準化、規格化は設備管理の基礎であり、その効果は広範囲である。

(第 53 回普・機)

問 62

現場の機械担当者として、最も重要と思われる設備管理の業務を大別すると、4項目あげられるが、次のうちからこれらを選び、その意義を簡単に説明せよ。

技術    運転    新設    修理    生産    更新    改造    発注

(第 34 回上・機)

問 63

設備保全の方法は、次の4項目に大別できるが、各々の概念について簡単に述べよ。

- (1) 予防保全      (2) 事後保全      (3) 改良保全      (4) 保全予防

(第 19 回上・機)

# 第1章 解 答

問 1

(4)

〔解説〕 2本の吊ワイヤとドリルカラーは正三角形をなしており、ドリルカラー重量を2本の吊ワイヤに分解することができる。吊ワイヤ1本にかかる静荷重を  $W$ kg とすると次の関係が成立する。

$$2 : \sqrt{3} = W : 3150 \div 2$$

したがって、  $W = 1819$ kg

参考：テキスト p.189

問 2

(1) 441kg

$$2 \times 2 \times 0.01414 \times 7.8 \times 1000 \text{kg} / \text{ton} = 441 \text{kg}$$

又は

$$(200 \times 200 \times 1.414 \times 7.8) \text{g} \div 1000 \text{g} / \text{kg} = 441 \text{kg}$$

(2) 15.3kN

〔解説〕 鉄板の荷重の  $1/2$  を、鉄板の対角線をなす2点（ワイヤー2本）で吊上げると考えればよい。……添付図参照

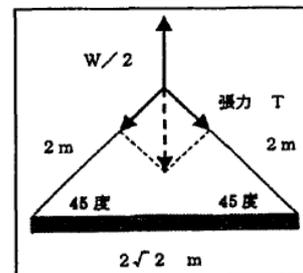
力のバランスは、鉄板の対角線の長さ  $2\sqrt{2}$ m を底辺、向い合う二辺の長さ  $2$ m の直角二等辺三角形をなすので、ワイヤー1本に掛かる張力を  $T$  [N]、鉄板の質量を  $W$  [kg] とすれば

$$(T/9.8) : (W/2) = 1 : \sqrt{2}$$

$$T/9.8 = (W/2) = 1 \div \sqrt{2}$$

$$T = 9.8 \times 156$$

$$T = 1528.8 \text{ [N]} \quad (1.53 \text{ [kN]})$$



参考：テキスト p.189

問 3

(3)

〔解 説〕 運動の第2法則は、物体に作用する力と加速度の関係についての法則。物体に力が作用しているあいだ力の方向に加速度が生じ、その大きさは力に比例し、物体の質量に反比例する。

参考：テキスト p.191

問4

(4)

〔解説〕 円運動の半径に反比例する。

参考：テキスト p.191

問5

(4)

〔解説〕

- (1) 摩擦には物体を動かそうとするときに働く静止摩擦と、運動中に働く運動摩擦がある。運動摩擦には滑り摩擦とこがり摩擦の2種類がある。
- (2) 摩擦力は接触面に働く力に比例する。比例係数を摩擦係数という。
- (3) 摩擦は固体と気体、固体と液体の間でも生じ、パイプで気体や液体を送るときには、摩擦力に打ち勝つ力を圧力として与える。

参考：テキスト p.192～194

問6

(1)  $F = \mu N$

(2)  $\alpha = \frac{V_2 - V_1}{t}$

(3)  $W_1 + W_2 = R_1 + R_2$

(4)  $\sigma = \frac{M}{Z}$

参考：テキスト p.192～198

問7

(3)

〔解説〕 弾性限界を超えて、さらに荷重を大きくすると、応力は一定でひずみだけが增大する状態があらわれる。この現象を降伏といい、そのときの応力を降伏点という。

参考：テキスト p.195

問 8

(3)

$$\begin{aligned}\sigma = W / A &= \frac{800}{\frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)} \\ &= \frac{4 \times 800}{\pi(5^2 - 3^2)} \\ &\doteq 63.7 \text{N/cm}^2\end{aligned}$$

参考：テキスト p.194

問 9

(1) 123 (kW) (2) 10cm

〔解説〕 (1) 動力： $P$ (kW)、回転数： $N$  (rpm)、トルク： $T$  (N·m) とすると。

$$\begin{aligned}P &= \frac{NT}{9549} \\ &= \frac{9.8 \times 10^3 \times 120}{9549} = 123(\text{kW})\end{aligned}$$

$$(2) \quad d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau}} \quad \text{より}$$

$$\sqrt[3]{\frac{16 \times 9.8 \times 10^2}{3.14 \times 4.9 \times 10^7}} = 0.101(\text{m})$$

問 10

(4)

〔解説〕 引張応力は材料の断面積に反比例することから、直径が 2 倍になったので面積は 4 倍となり、応力は 1/4 となる。

参考：テキスト p.194

問 11

1 倍

理由： $\delta_A = W_A L^3 / 8EI_A$ 、 $\delta_B = W_B L^3 / 8EI_B$ 自重比： $W_A / W_B = 2$ 、断面二次モーメント比： $I_B / I_A = 1/2$   $\delta_B / \delta_A = 1$ 

(自重のみがはたらく場合、水平方向の幅が変わってもたわみは変わらない)

問 12

14.4mm

〔解説〕 両端固定の場合応力を  $\alpha$  とすると

$$\sigma = E \alpha \Delta T = 2.1 \times 10^5 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (40 - 0) = 100.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

変位量を  $\Delta l$  とすると

$$\Delta l = \alpha \Delta T l = 1.2 \times 10^{-5} \times 40 \times 30000 = 14.4 \text{ mm}$$

問 13

(2)

参考：テキスト p.194

問 14

8 倍

$$\text{理由： } \delta_3 = WL^3 / (3EI), \quad \delta_4 = W(2L)^3 / (192EI) = WL^3 / 24EI$$

$$\delta_3 / \delta_4 = 8 \text{ 倍}$$

問 15

(2)

〔解説〕

中空丸棒の応力は「荷重／断面積」で表す。丸棒の外径を  $D$ 、内径を  $d$  とすると、断面積は  $\pi \times (D^2 - d^2) / 4$  であり、これと同じ断面積を有する中空丸棒の直径を  $D'$  とすると、 $D'^2 = D^2 - d^2 = 36 - 27 = 9$  となる。これより  $D' = 3 \text{ cm}$  となる。

参考：テキスト p.194

問 16

(3)

〔解説〕

軟鋼角棒の断面積は

$$A \text{ (mm}^2\text{)} = 40 \times 25 = 1,000$$

$$\text{応力増加分 (N/mm}^2\text{)} = \text{引張り荷重の増加分 (N)} \div \text{断面積 (mm}^2\text{)}$$

$$= (294,000 - 245,000) \div 1,000$$

$$= 49$$

問 17

下の解説欄の中から 3 つ挙げればよい。

- [解説] (1)  $F = \mu N$  (2)  $E = \frac{1}{2}mv^2$   
 (3)  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$  (4)  $\sigma = \frac{M}{Z}$

問 18

棒の断面積  $A = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{3.14 \times 10^2}{4} = 78.5 [mm^2]$  だから

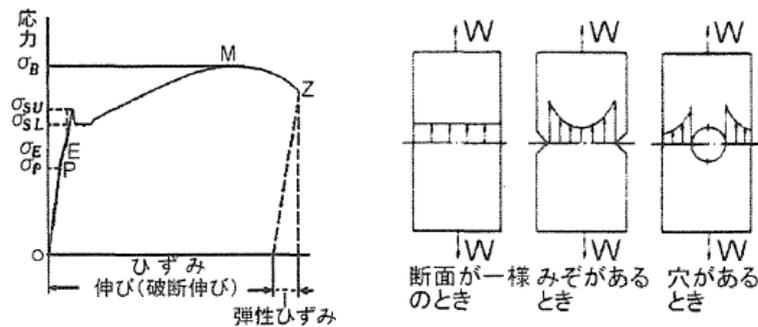
応力  $\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1,020}{78.5} = 13.0 [N/mm^2]$

ひずみ  $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{13.0}{21 \times 10^4} \times 100 = 0.00619 [%]$

したがって  $\Delta L = \varepsilon * L = \frac{0.006}{100} \times 2,000 = 0.12 [mm]$

問 19

- (1) 材料に荷重をかけたとき、ある荷重までは応力とひずみとが正比例する。これをフックの法則といい、この限度の応力を比例限度という。(↓左図の P 点)



- (2) 応力は、単純な形の材料の内部では一様に分布するが、形状が複雑になると分布が一様でなくなり、凹んだ隅角部などには大きな応力が生じる。これを応力集中という。(↑右図)

- (3) 材料が破壊するときの応力を破壊応力といい、引張の場合ならばそれは引張応力に等しい。構造物や機械類を設計するとき、その各部に生じる応力を計算するが、それが材料の破壊応力に近いと危険である。それ故に、設計上の応力は破壊応力より小さい、ある限界におさまるようにするが、この限界を許容応力という。すなわち、「破壊応力」を「安全率」で除した結果が許容応力である。

問 20

(3)

〔解説〕安全率が変わらないとすると、軟鋼丸棒に発生する内部応力  $Q_1$ ,  $Q_2$  も変わらない。したがって、丸棒の直径を  $d_1$ ,  $d_2$  および重量を  $W$  とすると、

$$Q_1 = \frac{W}{\frac{\pi}{4} \times d_1^2}, \quad Q_2 = \frac{W}{2 \times \frac{\pi}{4} \times d_2^2} \quad \text{であり、}$$

$$Q_1 = Q_2, \quad \frac{W}{\frac{\pi}{4} \times d_1^2} = \frac{W}{2 \times \frac{\pi}{4} \times d_2^2} \quad \text{となり、} \quad d_1^2 = d_2^2$$

$$d_1 = 25 \text{ mm} \text{ であるから、} \quad d_2^2 = \frac{25^2}{2} = \frac{625}{2} = 312.5, \quad d_2 = \sqrt{312.5} = 17.67$$

したがって、(3) が最も近い。(実際は、軟鋼丸棒の規格から安全側として 19mm が使われる)

問 21

$$R_A = 350 \text{ N}, \quad R_B = 150 \text{ N}, \quad S_D = 150 \text{ N}, \quad M_D = 750 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

〔解説〕A および B のまわりの力のモーメントの和を 0 とおき、

$$R_B \times 100 - 500 \times 30 = 0, \quad R_B = 150 \text{ [N]}$$

$$R_A \times 100 - 500 \times 70 = 0, \quad R_A = 350 \text{ [N]}$$

D から左の部分に作用する力の和より、

$$S_D = 500 - 350 = 150 \text{ [N]}$$

したがって、D から左の部分に作用する力の D に関するモーメントの和より、

$$M_D = 350 \times 50 - 500 \times 20 = 750 \text{ [N} \cdot \text{cm]}$$

問 22

$$PV = MRT \quad (PV = nRT, \quad PV = mRT, \quad PV = GRT)$$

温度が一定の時、圧力は体積に逆比例する。

体積が一定の時、圧力は温度に比例する。

圧力が一定の時、体積は温度に比例する。

参考：テキスト p.239

問 23

(1)

参考：テキスト p.239

問 24

5.6kw (4,800kcal/h)

〔解説〕 炉壁から室内への放熱量  $H$  は、 $H = \Delta T \times$  炉壁表面積  $\times$  熱伝達率となる。 $\Delta T = 95^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$  となることから、

$$H = 60 \times 16 \times 5.8 = 5,568\text{W} = 5.6\text{kW}$$

あるいは、

$$H = 60 \times 16 \times 5 = 4,800 \text{ (kcal/h)}$$

問 25

(3)

参考：テキスト p.239

問 26

(イ) 熱伝導 (ロ)  $\text{W/m}^\circ\text{C}$  又は  $\text{kcal/m} \cdot \text{h}^\circ\text{C}$  (ハ) 熱伝達(ニ)  $\text{W/m}^2\text{C}$  又は  $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}^\circ\text{C}$ 

問 27

(1)  $100 \times 335 + 100 \times 100 \times 4.186 + 100 \times 2260 = \underline{301,360\text{J}}$

(2) 水を温めるに必要な熱量  $= 200 \times 1000 \times 4.186 \times (45 - 15) = 25,116,000\text{kJ}$

供給すべき熱量  $= 25,116,000 \div 0.6 = 41,860,000\text{kJ}$

必要な天然ガス量  $= 41,860,000 \div 41.86 \times 10^6 = \underline{1000\text{m}^3}$

問 28

(2)

〔解説〕 高温物体の表面から気体または液体への熱の移動を熱伝達という。

問 29

(4)

〔解説〕 融解熱や気化熱は物質ごとに一定の値を持つ。

## 問 30

熱伝導	一つの物体の中で起こる熱の移動をいう。金属中では伝わり易いが、木材などは伝わりにくい。
熱伝達	接触している物質間の熱の移動を熱伝達という。熱交換器は熱伝達を利用したものである。
対流	流体が暖められるあるいは冷やされるとその部分に上昇あるいは下降して流体の中に流れが起こる。これによって熱が移動する。
放射 (ふく射)	熱は何らかの媒介物が無くても高温部から低温部へ伝わる。太陽の熱が地球に届くのはその例で、これを放射という。

## 問 31

(解答例)

- (1) 焼ならし：材料を炉内で、決められた焼ならし温度以上に数十分間保ち、その後空気中にて冷却する処理方法をいう。この熱処理は、鍛造や圧延の際生ずる内部ひずみを正常な状態（標準状態）に戻すために行われる。
- (2) 焼なまし：適切な焼ならし温度で加熱し、その後炉中で冷却する処理方法をいう。加工によって硬化した材料を軟化させるだけでなく、焼ならしと同様に鋼組織を標準化するために行われる。
- (3) 焼入れ：材料を決められた温度以上まで加熱し、水中あるいは油中で急冷する熱処理方法である。これは材料の硬さを高めるために行われる。
- (4) 焼戻し：焼入れした材料を 650℃以下の適切な温度に加熱し冷却する熱処理をいう。焼入れした材料は硬いが、ぜい性（もろさ）が大きくそのままでは使用できないことが多い。焼戻しは、焼入れした材料に生ずる不安定な組織や内部応力を除去し、安定した組織とし、じん性（ねばさ）をもたせるために行われる。

## 問 32

(2)

〔解説〕 炭素含有量は 0.40%である。

参考：テキスト p.200

## 問 33

(1)

〔解説〕 正解は焼きならし

参考：テキスト p.200

問 34

(2)

〔解説〕 ねばさを増す

問 35

(2)

〔解説〕 C 0.45%前後

参考：テキスト p.119～202

問 36

(3)

〔解説〕 焼けつきの現象は荷重自体による直接的な油膜の剥離や破断に起因するものでなく、荷重の増加による摩擦熱の増加から面の温度上昇により油膜が破断して焼けつきにいたる。

参考：テキスト p.206

問 37

- (イ) 荷重又は圧力のどちらでも良い。      (ロ) 油膜  
(ハ) 摩擦熱      (ニ) 面

参考：テキスト p.206

問 38

(3)

参考：テキスト p.206

問 39

- (1) (イ) すべり      (ロ) ころがり      (ハ) 焼けつき  
(2)  $p$ : 単位面積あたりの圧力 [MPa] または単位面積あたりの軸受荷重 [N/m<sup>2</sup>]  
 $V$ : すべり速度 [m/s]  
 $d$ : 軸受の内径 [mm]  
 $n$ : 軸の毎分回転数 [rpm]

参考：テキスト p.206

問 40

- (1) 回転数が小のとき
- (2) 荷重が大のとき
- (3) 周囲温度が高いとき
- (4) 表面が粗のとき
- (5) 塗布式、滴下式

問 41

(2)

〔解説〕 粘度が低すぎる潤滑剤を使用したときにピッチング、異常摩耗が生じる。

問 42

(2)

問 43

(3)

〔解説〕 荷重や速度が大きくなると粘性油膜が薄くなり、さらに荷重が増すと境界膜となり、摩擦は当然増大し、これによって発熱量も増大するから軸受温度が上昇する。その結果、油膜がさらに薄くなり、同時に熱じょう乱の増大から油膜が破断し、ついに焼けつきに至る。すなわち、油膜破断の主因は荷重と温度であり、一方、油膜の強度は普通の軸受ではとうてい生じ得ないほどの高い圧力でも容易に破断しないほどであるから、荷重のみにて油膜の破断をきたし焼けつきを起こすとの表現は誤りであり、あくまで温度上昇と関係がある。

参考：テキスト p.205

問 44

(1)

〔解説〕 軸速度が大きいほど流動性に富むサラサラしたものを、速度が小さいほど粘性に富むネバネバしたものをを用いるのがよい。もし回転の速いところに粘性の大きいものを使うと、軸の回転に油が伴わず減摩の役を果たさないことになる。サラサラした粘性の小さい油を回転の速いところに用いると、十分に潤滑を行わないうちに流出して多量に消費し不経済になる。

問 45

(1)

〔解説〕 2 軸間の距離が比較的短いとき、使用される。

参考：テキスト p.209

問 46

(2)

参考：テキスト p.210

問 47

(3)

〔解説〕 インボリュート曲線が多く使用される。

問 48

(2)

問 49

(3)

問 50

- ①**歯車**：回転を正確に伝達できる／軸間距離が比較的短い時に使用される／歯車の歯数を変えることによって、回転比を変えられ、回転比は終始一定である／耐久性大／かみ合う歯車の軸が平行でなくても回転を伝達できる／（ウォーム、ねじ歯車、かさ歯車他）／異物のかみ込みに弱い。…等
- ②**平ベルト**：2軸間距離が大きく、正確な回転比を要しない時に用いる／けさがけ、たすきがけで、2軸の回転方向を選べる／高速回転に向かない…等
- ③**Vベルト**：平ベルトに比べ比較的小さな張力で、大きな力が伝達できる／正確な回転比を要しない時に用いる／平ベルトに比べ、衝撃が小さく、回転が静かである／Vベルト車の底にVベルトが当たりだすと、ベルトがスリップする…等
- ④**チェーン伝動**：軸間隔が比較的短く、歯車が使えないような環境でも適合する／ベルトのように滑りがなく、比較的正確に回転を伝えることができる／伝動効率が高く、寿命も長い／チェーンの長さの伸縮調整が可能である／歯車に比べ高速運転では振動・騒音がある…他
- ⑤**タイミングベルト**：滑りがなく、伝動効率も高い。／チェーン駆動の用途に使えるが、チェーンのように伸縮調整は出来ない。…他
- ⑥**軸継ぎ手 (カップリング)**：主に主軸と従動軸を連結する部品のことをいい、一方から他方へ回転を伝える／永久的なものと一時的に回転を伝動するクラッチとがある。
- ⑦**その他**：パラレルリンク機構、クランクリンク機構、ゼネバ機構、ローラーギアカム機構、パラレルカム機構、…他

問 51

(3)

参考：テキスト p.215

問 52

(2)

〔解説〕

第4軸にかかるトルクは第1軸のトルクの60倍である。

$$3 \times 4 \times 5 = 60$$

したがって第4軸の太さは、第1軸の $\sqrt[3]{64} = 4$ 以上であることが必要である。

$$\sqrt[3]{60} < \sqrt[3]{64} = 4 \quad 50 \times 4 = 200 [mm]$$

問 53

(2)

〔解説〕

ウォーム E の回転数： $1,200 \times (20/40) \times (15/30) = 1,200/4 = 300$  [rpm]

ウォームホイール F の回転数：ウォーム E の回転数 ÷ ウォームホイール F の歯数  $Z_F$   
 $= 300/50 = 6$  [rpm]

参考：テキスト p.211

問 54

ころがり軸受は、玉またはころの点接触または線接触によって回転が行われるので、摩擦抵抗が小さいという利点がある。その反面、あまり重荷重の軸受には適しない。これに対して、すべり軸受は面接触で回転が行われるので、摩擦抵抗は大きい、重荷重に耐えることができる。ころがり軸受は高速軽荷重軸受に適し、すべり軸受は低速重荷重軸受に適する。

〔解説〕

軸受とは、回転する軸を支持する機械部品であり、軸と軸受との接触部は摩擦抵抗が少なく、かつ、荷重支持力がなければならない。すべり軸受の場合は軸と軸受は面で接触し、この間に油の膜ができて、軸は油の中に浮いて回転するので支持力は大きい、油の粘性のため、摩擦抵抗は大きい。

これに反して、ころがり軸受は、玉またはころがレース面上をころがるので、摩擦抵抗（特に起動時の抵抗）が小さいが、その構造と性能からみて、あまり大きな荷重のものには不向きである。

問 55

(3)

〔解説〕ころがり軸受の寿命（使用しうる総回転数）は軸受荷重の 3 乗に反比例することが実験の結果知られている。したがって、基準荷重  $P_0$  (N)、基準寿命  $N_0$  回転がメーカー提供のカタログによって分っていれば、実際の荷重  $P$  (N) がかかる場合の寿命  $N$  回転は、

$$N = N_0 \times \left( \frac{P_0}{P} \right)^3$$

問 56

(1)

〔解説〕ホワイトメタルの許容圧力は、およそ 6~9MPa である。

参考：テキスト p.213

問 57

(4)

参考：テキスト p.215

問 58

(3)

〔解説〕 動滑車の質量が 10kg なので，求める力は各動滑車を経るごとに次のようになる。

$$(1,000 + 10) / 2 = 505 \text{ (kg)}$$

$$(505 + 10) / 2 = 257.5 \text{ (kg)}$$

$$(257.5 + 10) / 2 = 133.75 \text{ (kg)}$$

$$133.75 \times 9.8 = 1,311 \text{ (N)}$$

参考：テキスト p.216

問 59

(1)

参考：テキスト p.216

問 60

装置の据付けが容易，衝撃緩衝の役目をする，速度の選択が容易のうちから 2 つあげる。

問 61

(3) 撤去→改造

参考：テキスト p.217

問 62

- (1) 新設：どんな設備を新設するかは，主として需要の見通しから決められるが，その設備の選定、据付場所の決定，工事計画などを企画・立案・実施する。
- (2) 修理：設備が劣化してくると生産上障害をきたすので，低下した性能を復旧するために，修理が行われる。
- (3) 更新：修理を繰返し行っても老朽化し限度に達した設備，あるいは旧式化したものに更新が行われる。
- (4) 改造：保全経費を安くするためや休止時間等の無駄を省くため，保全上の要求による改造や増産など生産上の要求による改造が行われる。

問 63

(1) 予防保全

設備の故障停止または有害な性能低下をもたらす状態を発見するため、設備を周期的に検査し、まだ初期段階にある間に、そのような状態を除去、調整、または修復する保全方式。

(2) 事後保全

故障停止または有害な性能低下をきたしてから、修理を行う保全方式。

(3) 改良保全

設備の劣化を少なくしたり、日常保全、検査、修理を容易にするような設備自体の改善を行う保全方式。

(4) 保全予防

信頼度、保全度の高い設備の設計、製作、購入、据付を行う保全方式。

[解説] 設備保全の目的は最経済保全であり、現在生産保全という言葉でいわれているが、この保全目的を達成する手段として上記4方式が考慮されている。

予防保全をした方がもうかる設備に対しては予防保全方式を採用し、こわれてから修理した方が得な設備には事後保全を適用し、設備自体の体質改善をすることによって生産性の向上となる設備には改良保全を採用する。

以上は既存設備の保全に適用されるが、最近さらにこの考え方を押し進め、新設備の計画、設計、建設の時点から生産保全の思想を取り入れてゆく保全予防方式が、採用されている。

## 第2章 ポンプ

### 第1節 水力学の基礎知識

(該当問題なし)

### 第2節 管路

問 64

内径 50mm の管に液体を流速 1m/秒で流すとき、一日当たりの流量はおよそいくらかとなるか。

次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 85m<sup>3</sup>      (2) 170m<sup>3</sup>      (3) 340m<sup>3</sup>      (4) 680m<sup>3</sup>

(第 54 回普・機)

問 65

管内摩擦損失に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 一般に摩擦損失係数は、管径が大きくなる程大きくなる。  
(2) 一般に摩擦損失係数は、管の使用年齢が古くなる程大きくなる。  
(3) 管内の摩擦損失は、流速一定では管の長さに比例し管径に反比例する。  
(4) 管内の摩擦損失は、管径一定では管の長さに比例し流速の二乗に比例する。

(第 55 回普・機)

問 66

内径 100mm、長さ 1,000m の水平管内を 2m/s で送水しているときの圧力損失水頭は 20m であった。流量を増やしたところ圧力損失が 2 倍の 40m になった。このときの 1 時間当たりの流量を求めよ。

ただし、重力の加速度は 9.8m/s<sup>2</sup> とし、水の粘性、摩擦損失係数は変わらないものとする。

(第 52 回上・機)

問 67

摩擦による管内圧力損失は、一般に管径に反比例し、流速の二乗に比例する。今、内径 240mm、長さ 2000m、流量 100m<sup>3</sup>/h の水平ラインを、内径 300mm の新ラインに取替えたい。

この時、管内圧力損失は取替前の何%になるか。但し、長さ・流量は変わらず、新管の摩擦損失係数は旧管の 1/2 になるものとする。

(第 55 回上・機)

問 68

内径 120mm、長さ 1,000m の水平管内に 50m<sup>3</sup>/h の清水を流している時の管内摩擦損失水頭は 25m であった。いま流量を 80m<sup>3</sup>/h に増量すると、管内摩擦損失水頭は何 m になるか、次のうちから選べ。

- (1) 31      (2) 40      (3) 52      (4) 64

(第 37 回普・機)

問 69

内径 100mm、長さ 500m の水平管内を 2 m/s の速さで送水したときの管内圧力損失水頭が 25m であった。同じ圧力損失で、流速を 3m/s にしたい。この場合、管の内径をいくりにすればよいか。

ただし、摩擦損失係数は変らないものとする。

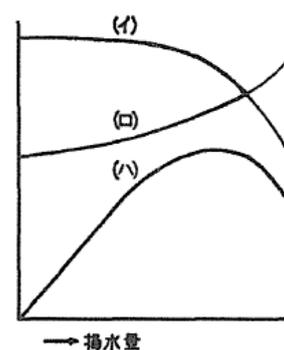
(第 34 回上・機)

### 第3節 ポンプの種類と構造および特性

問 70

図は 900PS×13m<sup>3</sup>/min×250mH 3 段ボリュートポンプの特性曲線である。

次の(イ)、(ロ)、(ハ)の各曲線は揚水量に対してそれぞれ何を表すか。



(第 20 回上・機、類第 17 回上・機)

## 第4節 渦巻ポンプの簡単な理論

問 71

タービンポンプの軸動力 (kW) は、揚水量と総揚程の積に比例する。総揚程を 100m、揚水量を  $0.8\text{m}^3/\text{min}$ 、ポンプ効率を 60% としたとき、ポンプの軸動力はいくらか、次の (1) ~ (4) の中から選べ。

ただし、 $1\text{kW}=102\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$  とする。

- (1) 7.8kW            (2) 13.1kW            (3) 16.3kW            (4) 21.8kW

(第 53 回普・機)

問 72

清水用ポンプの軸出力 80kW、吐出量  $4.9\text{m}^3/\text{min}$ 、全揚程 60m の時のポンプ効率は何%か。次の数値の中より選べ。

- (1) 60                      (2) 65                      (3) 70                      (4) 75

(第 55 回普・機)

問 73

実揚程 15 [m]、吐出量  $0.5 [\text{m}^3/\text{s}]$  で運転されているポンプがある。吐出し管の損失ヘッドを 2.0 [m]、吸込み管の損失ヘッドを 1.0 [m] とすれば、ポンプの水動力は何 [kW] になるか。

(類第 47 回上・機)

問 74

1 日あたり 10,000kL の水を鋼管で輸送する場合

- (1) 流速を  $2.2\text{m}/\text{s}$  以下におさえるためには、管の最小径はいくらにすればよいか。  
 (2) 輸送する水の送圧力  $1.47\text{MPa}$ 、ポンプ効率 85% とした場合の必要な馬力はいくらか。

(第 30 回上・機)

問 75

軸動力 80kW、吐出量  $2.45\text{m}^3/\text{min}$ 、ポンプ効率 60% のタービンポンプの全揚程は何 m か。

ただし、汲み上げるものは清水とし、 $1\text{kW}$  は  $1\text{kN}\cdot\text{m}/\text{s}$  とする。

(第 31 回上・機, 第 46 回普・機)

## 問 76

深さ 40m の坑底から 6m<sup>3</sup> の湧水を汲みあげるのに 6 分を要した。使用ポンプの軸動力を 10kW としたとき、このポンプの効率を求めよ。

ただし、水の単位体積重量を 1,000kg/m<sup>3</sup>、配管等の諸抵抗損失水頭を 5m とする。

(第 38 回上・機, 類第 45 回上・機)

## 問 77

毎分 5.0m<sup>3</sup> の清水を内径 250mm の送水管で揚水しているポンプがある。今、実揚程 150m、軸動力 180kW で運転しているが、送水管の破損により内径が 200mm の予備の送水管を使用したい。このときのポンプの軸動力はいくらになるか。

ただし、揚水量、ポンプ効率 (75%)、摩擦損失係数は変わらないものとする。

(第 51 回上・機)

## 問 78

軸出力 75kW、全揚程 150m、効率 60% のタービンポンプの吐出量 (m<sup>3</sup>/min) はおよそいくらになるか。次のうちから正しいものを選べ。ただし、揚液物は清水とする。

- (1) 1.5      (2) 1.8      (3) 2.0      (4) 2.2

(第 38 回普・機)

## 問 79

渦巻ポンプの回転数が変わると、揚水量・水頭・動力はそれぞれ回転数に対して変化する。この関係を式で表わせ。

(第 32 回上・機, 類第 47 回普・機)

## 問 80

毎分 1m<sup>3</sup> の清水を排水している V ベルト駆動のタービンポンプがある。湧水量が増加して、毎分 1.2m<sup>3</sup> を排水する必要があるが生じたので、ポンプ側のプーリを換えて対処したい。適当なプーリ径 (PCD) を下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

ただし、現在のプーリ径 (PCD) は 240mm とし、ポンプの排水量が変化してもポンプの総揚程は変わらないものとする。

- (1) 167mm      (2) 200mm      (3) 288mm      (4) 346mm

(第 52 回普・機)

問 81

渦巻きポンプに関する次の文中、に当てはまる言葉を下記の(1)～(4)の組合せうちから選べ

ポンプの はその回転数により変わるが、は回転数に比例しは回転数の2乗に比例する。また、その所要動力は回転数のに比例する。

	(イ)	(ロ)	(ハ)
(1) 吐出圧		吐出量	2乗
(2) 吐出圧		吐出量	3乗
(3) 吐出量	吐出圧		3乗
(4) 吐出量	吐出圧		2乗

(第 51 回普・機)

問 82

うず巻ポンプを使用し、斜坑底よりの揚水を計画した。使用ポンプの所要軸動力 [kW] を求めよ。

ただし、揚水量：1m<sup>3</sup>/min

斜面長：200m

垂直高（実揚程）：52m

配管等の諸抵抗損失：18m

ポンプ効率：75%

水の単位体積重量：1000kg/m<sup>3</sup>

(第 37 回上・機，類第 53 回普・機)

## 第5節 ポンプの取扱い管理

問 83

タービンポンプが揚水量不足を生ずる原因に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 回転数が少なすぎるとき。
- (2) 吐出揚程が低すぎるとき。
- (3) 内部摩耗があるとき。
- (4) 吸込管中にエアポケットを発生したとき。

(第 30 回普・機)

問 84

ポンプに関する次の記述のうち、正しいものを選べ。

- (1) 通常設置されているポンプの吸込み高さは、ポンプ内が真空状態になるため約10mまで水を吸上げることができる。
- (2) ポンプの回転数が変わると、揚水量は回転数の2乗に、水頭は回転数に比例する。
- (3) 往復動ポンプを始動するときは、呼び水を入れなければならない。
- (4) ポンプ起動の場合、吐出側に設置した弁はタービンポンプの場合全閉し、往復動ポンプの場合は全開しておかななければならない。

(第29, 40回普・機)

問 85

試運転にあたり、タービンポンプの起動前の注意事項として挙げた次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 給油状況、油面計の点検をすること。
- (2) カップリングボルトの取付前に、モータの回転方向を確認しておくこと。
- (3) ポンプを手回して動かないときは、内部の焼付きや異物の食込みあるいは軸心の不一致などがあることが考えられるので、解放して点検すること。
- (4) 吸込側、吐出側とも弁が完全に開いていることを確認して、スイッチを入れること。

(第28回普・機)

問 86

うず巻ポンプが揚水不良となる原因を4つあげよ。

(第36回上・機)

## 第2章 解答

問 64

(2)

$$\begin{aligned}
 \text{〔解説〕 } Q &= 1/4 \times \pi \times d \times d \times v \times 60 \times 60 \times 24 \\
 &= 1/4 \times 3.14 \times 0.05 \times 0.05 \times 1 \times 60 \times 60 \times 24 \\
 &= 170
 \end{aligned}$$

問 65

(1)

〔解説〕 管内摩擦損失係数は、一般に管径が大きくなる程小さくなる。

$$(\lambda = 0.02 + 0.0005/d)$$

参考：テキスト p.227

問 66

80m<sup>3</sup>

〔解説〕 管内摩擦損失は、管径と管の長さが同じで摩擦損失係数も変わらなければ、流速の二乗に比例する。したがって損失が2倍になれば、流速の二乗も2倍になることから、流速自体は2の平方根倍となる。

よって流速は2.8m/sとなり、1時間当たりの流量としては80m<sup>3</sup>となる。

参考：テキスト p.226～228

問 67

16.4%

〔解説〕

管内圧力損失は

管内流速は  $v = Q \div (\pi \cdot d^2 / 4)$  で表される。従って、旧管、新管の管径・管内流速・摩擦損失係数をそれぞれ、 $d_1 \cdot d_2 \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot$  $\lambda_1 \cdot \lambda_2$  とすると

$$\begin{aligned}
 h_{f2} / h_{f1} &= (\lambda_2 / \lambda_1) \times (v_2 / v_1)^2 \div (d_2 / d_1) \\
 &= (\lambda_2 / \lambda_1) \times \left\{ (1/d_2)^2 / (1/d_1)^2 \right\}^2 \div (d_2 / d_1) \\
 &= (\lambda_2 / \lambda_1) \times \left\{ (d_1 / d_2)^2 \right\}^2 \div (d_2 / d_1) \\
 &= 0.5 \times \left\{ (240 / 300)^2 \right\}^2 \div (300 / 240) \\
 &= 16.4\%
 \end{aligned}$$

参考：テキスト p.226～228

問 68

(4)

〔解説〕 管内摩擦損失水頭は次式で示される。

$$h_f = \lambda \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g}$$

$\lambda$  : 摩擦損失係数       $L$  : 管の長さ       $d$  : 管の内径

$g$  : 重力の加速度       $v$  : 流速

すなわち、摩擦損失水頭は流速の2乗に比例し、流速は流量によって決まるから、

$$25\text{m} \times (80/50)^2 = 25\text{m} \times 2.56 = 64\text{m}$$

参考：テキスト p.226

問 69

225mm

〔解説〕 管内摩擦損失  $h_f$  は次式で示される。

$$h_f = \lambda \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g}$$

$\lambda$  : 摩擦損失係数       $L$  : 管の長さ       $d$  : 管の内径

$g$  : 重力の加速度       $v$  : 流速

したがって、求める管径を  $x$  とすれば、

$$\lambda \frac{500}{0.1} * \frac{2^2}{2g} = \lambda \frac{500}{x} * \frac{3^2}{2g} \quad x = 0.225\text{m}$$

参考：テキスト p.226

問 70

(イ) 揚程 (m)

(ロ) 軸馬力 (kW)

(ハ) 効率 ( $\eta$ )

参考：テキスト p.231

問 71

(4)

参考：テキスト p.233

問 72

(1)

〔解説〕  $P$  (kW) =  $Q$  (m<sup>3</sup>/min) ·  $H$  (m) ·  $r$  (kg/m<sup>3</sup>) ÷ (6120 ·  $\eta$ )従ってポンプ効率  $\eta$  は

$$\begin{aligned}\eta &= Q \cdot H \cdot r \div (6120 \cdot P) \\ &= 60 \times 4.9 \times 1000 \div 6120 \div 80 \\ &= 0.6 \quad (=60\%) \end{aligned}$$

参考：テキスト p.233

問 73

全揚程  $H$  を求めると、全揚程  $H$  = 実揚程 + 吐出側損失ヘッド + 吸込側損失ヘッド  
だから、

$$H = 15 + (2.0 + 1.0) = 18 \text{ [m]}$$

水動力  $P_W$  (kW) =  $\rho * g * Q * H / 1,000$  より

$$P_W = 1,000 \times 9.8 \times 0.5 \times 18 / 1,000 = 88.2 \text{ [kW]}$$

(参考)

清水の比重量 (単位体積当り重量)  $\gamma = \rho \cdot g = 1,000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9,800 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$  であるが、水動力  $P_W$  (kW) は、 $Q$ : ポンプの吐出量 [m<sup>3</sup>/min] なら

$$P_W \text{ (kW)} = \frac{Q * H * \rho}{60 * 1000 / g} = \frac{Q * H * \rho}{60 * 102} = 0.163 Q * H$$

と表せるので、比重量  $\gamma$  を用いずに密度  $\rho = 1,000 \text{ kg/m}^3$  だけで求めることもできる。

さらに、一般の液体について、単位などで誤解することがなければ、密度  $\rho$  も係数的に入れ込んでしまうと、

$$P_W \text{ (kW)} = 0.163 Q * H * \gamma_s$$

と簡単にして表わすこともできる。

この式の  $\gamma_s$  は液の比重 (無単位) (水の場合は 1 で、これとの比較値) となる。他の  $Q$ ,  $H$  は上記の式と同じ。

例題の別解

( $Q$ : ポンプの吐出量 [m<sup>3</sup>/min]) :  $\rho = 1,000 \text{ kg/m}^3$  だから

$$P_W \text{ (kW)} = \frac{Q * H * \rho}{60 * 1000 / g} = \frac{Q * H * \rho}{60 * 102} = \frac{30 \times 18 \times 1,000}{60 \times 102} = \frac{9,000}{102} = 88.2 \text{ [kW]}$$

問 74

- (1) 25.9 [cm]      (2) 273 馬力 [PS]

〔解説〕

$$(1) v = \frac{Q}{60A} \quad (2.5) \text{ 式を使って, } A = \frac{Q}{60v}$$

$$Q = \frac{10,000}{24 \times 60} \cong 6.95 (m^3 / \text{min}) \quad A = \frac{6.95}{60 \times 2.2} \cong 0.0526 (m^2)$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \text{ であるから, } d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.0526}{\pi}} \cong 0.259 (m)$$

- (2)
- $H = 1.47 \times 1000 / 9.8 = 150m$
- だから,

$$\begin{aligned} P(PS) &= \frac{P_w}{\eta_p} = \frac{Q * H * \gamma}{4500\eta_p} \quad (2.8) \text{ 式より} \\ &= \frac{6.95 \times 150 \times 1,000}{4,500 \times 0.85} \cong 272.6(PS) \end{aligned}$$

問 75

120m

〔解説〕

$$(1) P(kW) = \frac{P_w}{\eta_p} = \frac{Q * H * \gamma}{6120\eta_p}$$

$$H = \frac{P \times 6,120 \times \eta_p}{Q * \gamma} = \frac{80 \times 6,120 \times 0.6}{2.45 \times 1,000} = 119.9 (m)$$

(参考)

$$P(kW) = \frac{Q * H * \gamma}{102 \times 60 \times \eta_p} = \frac{Q * H * \gamma}{6,120\eta_p}$$

問 76

$$P(kW) = \frac{Q * H * \gamma}{102 * 60 * \eta_p} = \frac{Q * H * \gamma}{6,120 \eta_p} \text{ より、}$$

$$\eta = \frac{Q * H * \gamma}{P * 6,120} = \frac{1,000 * 6 / 6 * (40 + 5)}{10 * 6,120} = \frac{45,000}{61,200} = 0.735 \quad \text{従って効率 73.5\%}$$

参考：テキスト p.234

問 77

214kW

〔解説〕

$$P(kW) = \frac{P_w}{\eta_p} = \frac{Q * H * \gamma}{6120 \eta_p} \text{ より、全揚程 } H = \frac{6,120 * 0.75 * 180}{5.0 * 1,000} = 165.2 [m]$$

実揚程が 150m なので、このときの摩擦損失水頭  $\Delta h$  は、

$$\Delta h = 165.2 - 150 = 15.2 [m]$$

今、パイプ径が 250mm から 200mm に変わると、管内流速は  $(250/200)^2 = 1.56$  倍となる。

一方、摩擦損失水頭は流速の 2 乗に比例し、管の内径に反比例するので、パイプ径が 200mm のときの摩擦損失水頭  $\Delta h'$  は、

$$\Delta h' = 1.56^2 * 1.25 * \Delta h = 46.2 [m]$$

したがって、パイプ径が 200mm のときのポンプの軸動力  $P'$  は、

$$P' = \frac{5.0 * 1,000 * (150 + 46.2)}{6,120 * 0.75} = 214 [kW]$$

問 78

(2)

〔解説〕

$$P(kW) = \frac{P_w}{\eta_p} = \frac{Q * H * \gamma}{6120 \eta_p} \text{ より、}$$

$$Q = \frac{P * 6,120 * \eta_p}{H * \gamma} = \frac{75 * 6,120 * 0.6}{150 * 1,000} = 1.836 \cong 1.8 m^3 / \text{min}$$

問 79

揚水量は回転数、水頭は回転数の2乗、動力は回転数の3乗に比例する。

$$\text{関係式：} \left\{ \begin{array}{l} Q' = \frac{N'}{N} Q \\ H' = \left( \frac{N'}{N} \right)^2 H \\ P' = \left( \frac{N'}{N} \right)^3 P \end{array} \right.$$

$Q \cdot H \cdot P : N \text{rpm}$ ,  $Q' \cdot H' \cdot P' : N' \text{rpm}$  の時の各々水量・水頭・動力。

参考：テキスト p.234

問 80

(2)

参考：テキスト p.215,234

問 81

(3)

参考：テキスト p.234

問 82

$$\begin{aligned} P(kW) &= \frac{Q * H * \gamma}{102 * 60 * \eta_p} = \frac{Q * H * \gamma}{6,120 \eta_p} = \frac{1,000 * 1 * (52 + 18)}{6,120 * 0.75} \\ &= \frac{70,000}{4,590} = 15.25 \cong 16 (kW) \end{aligned}$$

テキスト演習問題 p.234

問 83

(2)

〔解説〕 吐出揚程が正常の揚程より低い場合は逆に揚水量は増大する。

問 84

(4)

〔解説〕 タービンポンプの場合、水撃作用、原動機の過負荷防止のため、吐出側の弁は全閉しておく必要があり、また、往復動ポンプの場合は閉まっていると、圧力がかかりシリンダーカバー等を破損するおそれがある。したがって全開しておくなければならない。

問 85

(4)

〔解説〕タービンポンプの場合、水撃作用、原動機の過負荷防止のため、吐出側の弁は全閉にしておく。

問 86

- (1) 回転数の低下
- (2) 空気の侵入
- (3) 吸込管の閉塞
- (4) ポンプに異物の侵入
- (5) 羽根車などの摩耗

以上のうちから4つ挙げればよい。

# 第3章 扇風機

## 第1節 空気およびガスの基礎理論

問 87

内容積 50L (リットル) および 20L の容器に、25°C でそれぞれ 1MPa および 0.5MPa (いずれもゲージ圧力) の天然ガスが充てんされている。この 2 つの容器を細管で連結すれば圧力はいくらになるか。

ただし、細管の容積は無視し、温度変化はないものとする。また、大気圧は 1,013hPa とする。

(第 44 回上・機)

問 88

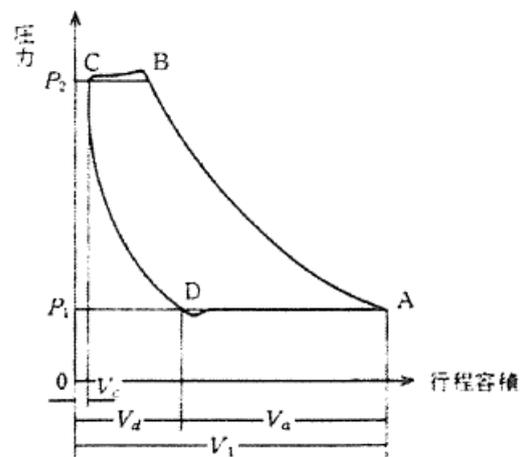
下図を参照して往復動型空気圧縮機の圧縮理論に関する次の文中  に適当な言葉または数値を入れよ。

ピストンは AB 曲線に沿って  行程を行い、規定圧力より少し高い圧力まで圧縮した後、はじめて  弁が開いて  行程に入り、C 点で大部分の圧縮空気が吐き出される。次にピストンが  行程に入り、クリアランス  $V_c$  に残った圧縮空気は  曲線に沿って膨張、ピストンが D 点まで進んで大気圧に達し、 弁が開いて大気を吸込むことになる。したがって、実際の吸入量  $V_a$  は図より

$$V_a = V_1 - V_d$$

となる。一方、ピストンの行程容積は図より  で表され、これと実際の吸入量  $V_a$  との比を  効率という。

(第 45 回上・機)



問 89

次の文中、に当てはまる言葉を下記の組み合わせの中から選べ。

実際の気体の圧縮機での圧縮行程であるは、等温圧縮との中間的行程であるが、冷却効果がほど等温圧縮に近づくため、圧縮に必要な動力はなる。

(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1) 断熱圧縮	ポリトロープ圧縮	大きい	小さく
(2) ポリトロープ圧縮	断熱圧縮	小さい	大きく
(3) ポリトロープ圧縮	断熱圧縮	大きい	小さく
(4) 断熱圧縮	ポリトロープ圧縮	小さい	大きく

(第50回普・機)

## 第2節 扇風機

問 90

扇風機に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

- (1) シロッコ型は効率が低く、また大風量が得られないので、主要扇風機としては現在使われていない。
- (2) 軸流型扇風機は可変ピッチとすることによって、風圧一定のもとに効率を低下させることなく風量を変えることができる。
- (3) 小型軸流型扇風機は一般に低速回転であるので、騒音が小さい。
- (4) 1 台の扇風機の容量が不足する場合、2 台以上の扇風機を直列または並列に連合運転する。

(第 38 回普・機)

問 91

遠心型の扇風機に関する次の文中で、に入れる適当な言葉を入れよ。

(イ) は効率が良く、動翼のピッチを変えることにより回転数・ (ロ) を変えないで風量を変えることができる。また  (ハ) は、羽根の形状が後ろ向きであり、比較的高効率で、高静圧を出せる。 (ニ) は羽根の形状が前向きであり、別名多翼型扇風機とも言われる。

(第 55 回上・機)

問 92

インバータ制御で運転されている扇風機があり、40Hz の時の風量が毎時 12,000m<sup>3</sup>であった。これを 44Hz で運転したとき、風量はどれくらいになるか。次の数値の中から選べ。ただし、管路の抵抗は変わらないものとする。

- (1) 14,520m<sup>3</sup>/hr    (2) 13,200m<sup>3</sup>/hr    (3) 10,910 m<sup>3</sup>/hr    (4) 9,920 m<sup>3</sup>/hr

(第 55 回普・機)

問 93

今坑内に扇風機にて 300,000m<sup>3</sup>/h で送風している。送風量を 20%増やしたい。風圧 (mmAq) をどれ位増やせばよいか。ただし坑道の等積孔は 3m<sup>2</sup>、流量係数 C=0.38 とする。

$A=C \times Q/\sqrt{h}$ なる関係が成り立つとする。

(第 54 回上・機)

問 94

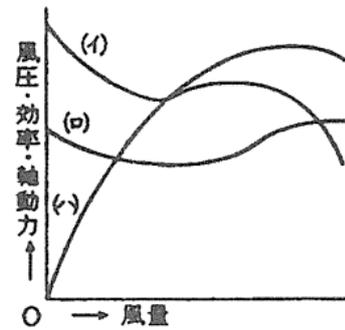
扇風機に関する次の記述のうち、正しいものを選び。

- (1) 一般に扇風機の効率は、良い方から、軸流型>ターボ型>多翼型>ラジアル型の順となる。
- (2) 風量は回転数の2乗に比例し、軸動力は回転数の3乗に比例する。
- (3) 軸流型扇風機は、可変ピッチによって、風圧が一定のもとで風量を変えることができる。
- (4) ターボ扇風機は、軸流型扇風機に比較して保守が難しいが、騒音が小さい長所がある。

(第30回普・機)

問 95

図は、軸流型扇風機の実験特性曲線でそれぞれ風圧、効率及び軸動力を示す。(イ)(ロ)(ハ)の曲線の名称を次の(1)～(4)の組み合わせの内から正しいものを選び。



- |     | (イ) | (ロ) | (ハ) |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 風圧  | 軸動力 | 効率  |
| (2) | 効率  | 風圧  | 軸動力 |
| (3) | 軸動力 | 効率  | 風圧  |
| (4) | 風圧  | 効率  | 軸動力 |

問 96

同一仕様の扇風機で連合運転を行う場合の方式および特性について述べよ。

(第31回上・機)

## 第3章 解答

問 87

857(kPa)

〔解説〕

いずれもゲージ圧力なので、

第1の容器の容積・圧力・ガス重量をそれぞれ  $V_1$ ,  $P_1$ ,  $G_1$ 第2の容器の容積・圧力・ガス重量をそれぞれ  $V_2$ ,  $P_2$ ,  $G_2$ 連結後の容器の容積・圧力・ガス重量をそれぞれ  $V$ ,  $P$ ,  $G$ 

とすると、

$$P_1V_1 = G_1RT, \quad P_2V_2 = G_2RT$$

$$P(V_1 + V_2) = (G_1 + G_2)RT \quad V = V_1 + V_2$$

よって、

$$P = \frac{P_1V_1 + P_2V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1000 \times 50 + 500 \times 20}{50 + 20} = 857 \text{ [kPa]}$$

問 88

- (イ) 圧縮 (ロ) 吐出 (ハ) 吐出 (ニ) 吸入 (ホ) CD  
 (ヘ) 吸入 (ト)  $V_1 - V_c$  (チ) 体積

問 89

(3)

〔解説〕 気体の圧縮には、気体の温度を一定に保ちながら圧縮を行う等温圧縮、圧縮の際に発生した熱を外部に奪い去ることなく圧縮を行う断熱圧縮、それに両圧縮行程の中間的行程であるポリトロープ圧縮の3つがある。実際の圧縮機における圧縮行程はポリトロープ圧縮となるが、冷却効果が大きい場合は被圧縮気体の温度上昇が抑制されるため等温圧縮に近づき、圧縮に必要な理論動力の最小値に近づく。

問 90

(3)

参考：テキスト p.242

問 91

(イ) 軸流型 (ロ) 風圧 (圧力) (ハ) ターボ (ニ) シロッコ

問 92

(2)

〔解説〕 風量は回転数に比例するので、44Hz では回転数は 40Hz の 1.1 倍なので、風量は  $12,000 \times 1.1 = 13,200 \text{ m}^3/\text{hr}$  となる。

参考：テキスト p.242

問 93

49 [mmAq]

$$A = 0.38Q / \sqrt{h} \quad A: \text{等積孔}[\text{m}^2], Q: \text{風量}[\text{m}^3/\text{s}], h: \text{風圧}[\text{mmAq}]$$

$$Q = 300,000 \text{ m}^3/\text{h} = 83.3 \text{ [m}^3/\text{s]} \text{ だから}$$

$$H = (0.38 * Q / A)^2 = (0.38 \times 83.3 / 3)^2 = 111 \text{ [mmAq]}$$

$$20\% \text{ 増風なら, } Q = 360,000 \text{ m}^3/\text{h} = 100 \text{ [m}^3/\text{s]} \text{ だから,}$$

$$h' = (0.38 \times 100.3)^2 = 160 \text{ [mmAq]}$$
すなわち、増やさねばならない風圧は、 $160 - 111 = 49 \text{ [mmAq]}$ 

問 94

(3)

〔解説〕 軸流扇風機は、プロペラの回転により気体を軸方向に送り出す扇風機であり、このプロペラ動翼ピッチを変化させることができる特長がある。

参考：テキスト p.243

問 95

(1)

問 96

(1) 直列運転：直列設置で扇風機を運転する方法で、より大きな風圧を必要とする場合に用いる。

(2) 並列運転：並列に設置して運転する方法で、より大きな風量を必要とする場合に用いる。

# 第4章 圧縮機

問 97

圧縮機の効率に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 体積効率は容量が大きいほど、また、圧縮比が小さいほど悪くなる。
- (2) 等温圧縮効率は断熱圧縮効率よりも高い。
- (3) 機械効率は、指圧線図より求めた軸動力と原動機の動力の比であって、機械の摩擦その他による損失を示すものである。
- (4) 圧縮効率と機械効率の積である全効率は、圧縮機の所要動力を決定する重要な要素である。

(第 51 回普・機)

問 98

圧縮空気の圧力が 0.7 MPa で風量が次の (イ)、(ロ) および (ハ) の条件にそれぞれ適合する空気圧縮機の型式の組み合わせを、下記の (1) ~ (4) のうちから選べ。

(イ) 10,000m<sup>3</sup>/h 以下    (ロ) 60,000m<sup>3</sup>/h 以下    (ハ) 60,000m<sup>3</sup>/h 以上

- |     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| (1) | 遠心式  | 往復動式 | 軸流式  |
| (2) | 軸流式  | 遠心式  | 往復動式 |
| (3) | 往復動式 | 遠心式  | 軸流式  |
| (4) | 遠心式  | 軸流式  | 往復動式 |

(第 28 回普・機)

問 99

ねじ(スクリー)式空気圧縮機の特徴に関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 弁その他の摺動部がなく構造が簡単である。
- (2) 圧縮空気に油を注入すると、ローター隙間のシール作用や軸受などの潤滑作用をする。
- (3) 高速度回転するスクリーにより連続的に圧縮されるので脈動のない圧縮空気が得られる。
- (4) 大型機となるため、大きな設置面積が必要になる。

(第 48 回普・機)

問 100

遠心式圧縮機の運転および停止に関する次の記述のうち、誤っているものを下記の

(1) ～ (4) の内から選べ。

- (1) 軸受へのオイルポンプでの給油圧力は普通 0.07～0.2MPa である。
- (2) 軸受け温度はいかなる場合でも 70～80[°C]以下になるように管理する。
- (3) 圧縮機は慣性により 4～5 分位は完全に停止しないので、給油および給水は圧縮機が完全に停止した後に実施する。
- (4) 遠心式圧縮機の吐出弁は始動のときは全閉にして起動する。

(第 52 回普・機)

問 101

遠心式圧縮機に関する記述のうち、正しいものを下記の (1) ～ (4) の内から選べ。

- (1) 吸い込み風量を同じとした場合、吸い込み温度が上がると吐出圧力は下がる。
- (2) 急に管路に圧力と流れの激しい脈動と振動を起こして運転が不安定となる現象をハンマリングという。
- (3) 遠心式圧縮機は往復動型圧縮機と比較して効率が良いので、運転経費が安い。
- (4) 一般に風量は回転数に比例し、軸動力は回転数の 4 乗に比例する。

(第 53 回普・機)

問 102

遠心式圧縮機の故障および対策に関する次の記述のうち、正しいものを次の (1) ～ (4) の内から選べ。

- (1) 軟弱地盤だったので芯出しを厳密に行い設置したので振動が発生しなかった。
- (2) サージング運転になり、振動や異音が発生し吐出圧力が急激に変動したので吐出側の放出弁を開いた。
- (3) 給油系統の故障の直接原因として油汚損、給油量不足、冷却水量不足や低負荷運転が考えられる。
- (4) 風圧が上がらないので吸い込み側の締め切り弁を閉じて運転を行い、圧縮機に異常がないか調べた。

(第 54 回普・機)

問 103

空気圧縮機周辺の配管に関する次の記述のうち、適当でないものを選べ。

- (1) 圧縮機の吸気はできるだけ室外の乾燥した清浄な冷たい空気を取り入れるようにする。
- (2) 圧縮機の吐出温度は二段圧縮のとき 110℃位なので、その吐出管は熱による膨張について特に考慮する必要はない。
- (3) 圧縮機とアフタークーラまたはレシーバの間には、できるだけ塞止弁を設けないようにする。
- (4) 圧縮機周辺の配管系は、共振を起こすおそれがあるので十分な配慮を要する。

(第 37, 44 回普・機, 類第 48 回上・機)

問 104

往復動式圧縮機において、シリンダーの吐出空気の温度が高温となる場合の原因を 3 つあげよ。

(第 36 回上・機, 類第 49 回上・機)

問 105

往復動ガス圧縮機の吐出側に、ガス溜（レシーバタンク）を設置する理由を 3 つあげよ。

(第 28 回上・機, 類第 44 回上・機)

## 第4章 解答

問 97

(1)

〔解説〕 体積効率は容量が小さいほど、また、圧縮比が大きいほど悪くなる。

問 98

(3)

問 99

(4)

〔解説〕 スクリュー式は小型であるため、設置面積は小さい。

参考：テキスト p.246

問 100

(4)

〔解説〕 低圧のプロワーでは吐出弁を全閉にして起動するが、遠心式圧縮機ではサージンを起こすため起動時はサージング点以上になるよう吐出弁を開いておく。

参考：テキスト p.252

問 101

(1)

〔解説〕 (2) サージング (3) 効率が悪いので、運転経費は高い

(4) 4 乗が 3 乗に比例する。

参考：テキスト p.249

問 102

(2)

参考：テキスト p.249

問 103

(2)

〔解説〕 熱膨張による配管の伸縮に対して融通が利くように 3 個以上の曲管または伸縮接手の設置を考慮すべきである。圧縮機とレシーバータンクの間にはなるべく閉止弁を設けないこと。もし設ける場合には、必ずその弁と圧縮機の間には圧縮空気を十分放出し得る大きさの安全弁を取り付けなければならない。

問 104

- (1) 吐出弁が漏洩する場合
- (2) ウォータージャケットに水垢が蓄積した場合
- (3) 吸気温度の上昇
- (4) 冷却水量の不足
- (5) 冷却水入口温度が高い

以上より 3 つ答えればよい。

問 105

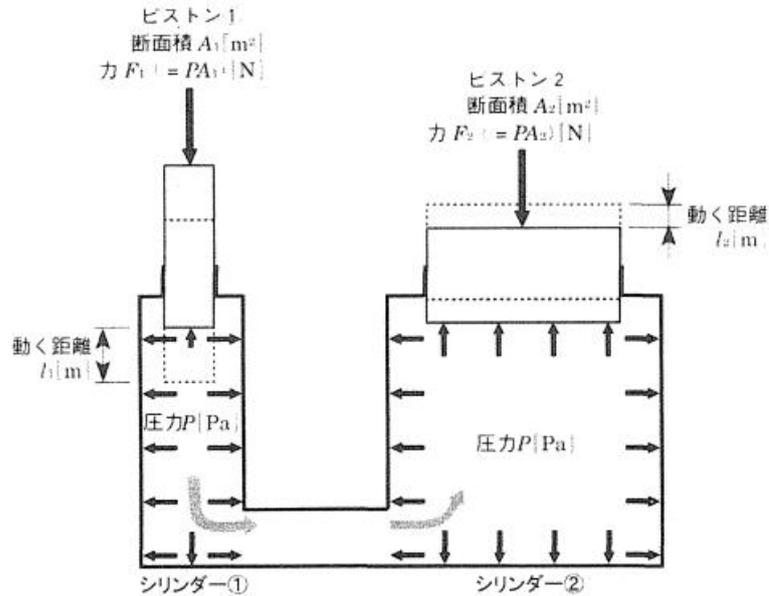
- (1) 吐出圧力を一定均一に保つ。
- (2) 水分，油分を沈下・分離する。
- (3) 圧縮機に急激な負荷の変動を与えない。

## 第5章 油圧および油圧機械

問 106

下図のような水圧機において、ピストン②の上に載せた質量  $1,000$  [kg] ( $9.8$  [kN]) の物体を  $10$  [mm] 持ち上げるために、ピストン①にどれだけの力 [N] を加え、またどれだけの距離を動かせばよいか。

ここでピストン①および②の直径をそれぞれ  $20$ ,  $100$  [mm]、重力の加速度を  $9.8$  [m/s<sup>2</sup>] とする。



問 107

油圧装置の特長に関する記述のうち、誤っているものを選び。

- (1) 運動の速度を広範囲かつ連続的に無段変速することができる。
- (2) 装置が比較的小型軽量で、しかも強力が得られる。
- (3) 装置内の過負荷防止が簡単で確実にできる。
- (4) 一般に機械式に比べて効率が高いので油圧の場合は電動機出力が小さくてすむ。

(第 51 回普・機)

問 108

油圧油に要求される性質に関する次の記述のうち、誤っているものを下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 適性な粘度を有すること。
- (2) 泡立ち防止性がよいこと。
- (3) 金属摩擦面の潤滑性がよく、強じんな油膜を有すること。
- (4) 適当に着色して油圧計で見やすいこと。

(第 52 回普・機)

問 109

油圧作動油が具備すべき条件を 5 つ記せ。

(第 55 回上・機)

問 110

油圧制御弁のうち、圧力制御弁の種類を 4 つあげ、その目的を記せ。

(第 53 回上・機)

問 111

次の油圧モーターに関する記述のうち、誤っているものを下記の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 油圧モーターは、回転方向及び回転速度を任意に変えることができる。
- (2) 油圧モーターのトルクは、1 回転当りの押しのけ体積が大きいほど大きい。
- (3) 出力のトルクが一定の場合、減速機に連結された油圧モーターの所要トルクは、減速比が大きくなるほど小さくなる。
- (4) 油圧モーターの回転速度は圧力制御弁で制御し、発生トルクは流量調整弁で制御する。

(第 53 回普・機)

問 112

次の油圧ポンプに関する記述のうち、誤っているものを次の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) 空気の吸込みが生じた場合、騒音を発生したり、機器の摺動部が焼け付いたりする。
- (2) ストレーナーが目詰まりすると、油中の溶解した空気が気泡となりキャビテーションを起こす。
- (3) 油圧配管のタンクへの戻り配管は、油中に入れると抵抗が大きくなるので、好ましくない。
- (4) 新しい油圧ポンプを使用する場合は、そのポンプの最高使用圧力の10%ぐらいの圧力で5分ぐらい駆動、停止を繰り返して慣らし運転を行なう。

(第54回普・機)

問 113

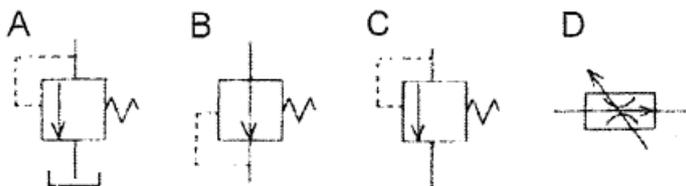
油圧シリンダーに関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 油圧シリンダーは油のもつエネルギーを機械的な直線運動に変える装置である。
- (2) ピストンの両側に油圧を交互に加えて、動力の伝達が往復ともに行なわれるものを単動型シリンダーという。
- (3) 油の出入口の油路の切り替えは、方向切り替え弁にて行なわれる。
- (4) シリンダーの使用に際し、ピストンに横荷重がかからないように取付けることがシリンダーの故障を防ぐ。

(第55回普・機)

問 114

油圧記号と名称の組み合わせについて正しいものはどれか。

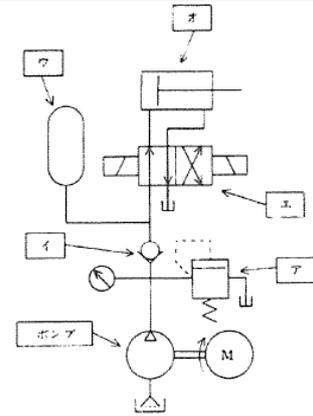


- (イ) 減圧弁    (ロ) 流量調整弁    (ハ) リリーフ弁    (ニ) シーケンス弁
- (1) A-ニ    B-ロ    C-イ    D-ハ
  - (2) A-ハ    B-イ    C-ニ    D-ロ
  - (3) A-イ    B-ハ    C-ロ    D-ニ
  - (4) A-ハ    B-ニ    C-イ    D-ロ

(第50回普・機)

問 115

右の油圧回路図で **ア** ~ **オ** の中に、それぞれの名称を入れよ。



(第 49 回上・機)

問 116

定容量型油圧ポンプ、リリーフ弁、方向切替弁、復動形油圧シリンダーからなる油圧回路がある。

いま、油圧シリンダーで 5 トンの荷重を水平に移動させた場合に以下の問いに答えよ。但し、シリンダーの受圧面積  $100\text{cm}^2$ 、シリンダーロッド断面積： $50\text{cm}^2$  とする。

- (1) シリンダーの送り速度を  $50\text{mm/sec}$  とした時、ポンプの必要吐出量は何 (L/min) か。但し効率ロスはないものとする。
- (2) 戻り速度は何 (mm/sec) か。但し、ポンプの吐出量は変わらないものとする。
- (3) シリンダー内の油圧圧力は最低何 (MPa) 必要か。
- (4) ポンプの全効率を  $80\%$  とした時、電動機の必要動力は何 (kW) か。

(第 54 回上・機)

問 117

内径  $100\text{ [mm]}$  の油圧シリンダーの場合、ピストン速度  $V = 2.5\text{ [m/min]}$  で、推力  $F = 39.2\text{ [kN]}$  を発生させるために必要な値を、次の問いの順に、小数点以下 1 位まで求めよ。

- (1) 必要とする最小圧力  $P\text{ [MPa]}$
- (2) 1 分間当り必要油量  $Q\text{ [L/min]}$
- (3) 理論流体動力  $W\text{ [kW]}$
- (4) ポンプ軸動力  $W_p\text{ [kW]}$

ただし、ポンプの全効率  $\eta = 85\%$ 、シリンダーの漏れ、ピストンの自重・摩擦抵抗は考えないものとする。

(第 48 回上・機)

問 118

油圧機器に使用するパッキン及びシールに関し、トラブルの発生を引き起こす原因を4つあげよ。

(第52回上・機)

## 第5章 解答

問 106

ピストン①の力 : 392 [N], 移動距離 : 250 [mm]

〔解説〕

ピストン②における力  $F_2 = 1,000 \text{ [kg]} \times 9.8 \text{ [m/s}^2\text{]} = 9,800 \text{ [N]} = 9.8 \text{ [kN]}$ ピストン①の断面積 (円の面積)  $A_1 = (\pi/4) \times d^2 = (\pi/4) \times 0.02^2 \text{ [m}^2\text{]}$ ピストン②の断面積  $A_2 = (\pi/4) \times 0.1^2 \text{ [m}^2\text{]}$ 

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \text{ より,}$$

$$\underline{\text{ピストン①の力}} : F_1 = \frac{A_1}{A_2} \times F_2 = \frac{0.02^2}{0.1^2} \times 9.8 \times 10^3 = 392 \text{ [N]}$$

移動距離 : ピストン①と②の行程容積 (断面積  $A \times$  移動距離  $L$ ) は等しいから,

$$l_1 A_1 = l_2 A_2$$

$$l_1 = \frac{A_2}{A_1} \times l_2 = \frac{0.1^2}{0.02^2} \times 10 = 250 \text{ [mm]}$$

問 107

(4)

参考 : テキスト p.255

問 108

(4)

参考 : テキスト p.257

問 109

以下から 5 つ記載すれば良い

1. 適正な粘度を有すること。
2. 粘度指数が高いこと。
3. 酸化安定性が良いこと。
4. 潤滑性が良いこと。
5. 異物の沈降分離が良いこと。(水分分離性が良いこと)
6. せん断安定性が良いこと。
7. 消泡性が良いこと。
8. 防錆性が良いこと。

参考：テキスト p.257

問 110

以下から 4 つ選ぶ。

1. リリーフ弁 (安全弁)

目的：油圧回路が設定した圧力以上になるのを防ぐための制御弁。

2. 減圧弁

目的：油圧回路で入口側圧力にかかわらず、出口側圧力を入口側圧力より低い設定圧力にする制御弁。

3. シーケンス弁

目的：回路が 2 つ以上の分岐回路を持っている場合、その動作順序を回路の圧力によって調整する制御弁。

4. カウンターバランス弁

目的：負荷の落下を防止するため、回路の一方向に設定された背圧を与え保持する制御弁。

5. アンロード弁

目的：油圧回路が設定圧以上になるとタンクに開放し、ポンプの負荷を軽減する制御弁。

6. アンロードリリーフ弁

目的：圧力が所定の圧力に達するとアンロード弁として作用し、圧力が所定の値まで低下すると、リリーフ弁として作用する制御弁。

問 111

(4)

〔解説〕油圧モーターに発生するトルクは圧力調整弁で制御調整する。また、回転速度は流量調整弁で調整する。

問 112

(3)

〔解説〕 戻り配管は油中に入れるのが正解で、油面より高い位置で戻した場合、エアを巻き込み、キャビテーションの原因やポンプの圧力が不安定になったり、シリンダーなどの作動不良の原因となる。

問 113

(2)

問 114

(2)

問 115

- (ア) リリーフ弁
- (イ) 逆止め弁 (チェック弁)
- (ウ) アキュムレータ
- (エ) 切換弁
- (オ) シリンダー (アクチュエータ)

問 116

(1) 流量  $Q$  (L/min) は、送り速度  $V : 5 \times 60$  (cm/min)、シリンダー受圧面積  $A : 100$  (cm<sup>2</sup>) したとき、 $Q = V \cdot A / 1000$

従って、 $Q = 30$  (L/min)

(2) ポンプ吐出量が変わらないから、速度はシリンダーの有効断面積に反比例する。

従って、戻り速度  $V'$  は

$$V' = V \times 100 / 50 = 100 \text{ (mm/sec)}$$

(3) 負荷  $F = 5000$  (kg)、有効圧力  $P$  (kg/cm<sup>2</sup>)、シリンダー断面積  $A = 100$  (cm<sup>2</sup>) とすると  $F = P \times A$

従って、 $P = 5000 / 100 = 50$  (kg/cm<sup>2</sup>)  $\doteq 5$  (MPa)

(4) モーター動力  $P_w$  (kW) は圧力  $P$  (kgf/cm<sup>2</sup>)、流量  $Q$  (m<sup>3</sup>/min)、効率  $\eta$  とすると

$P_w = PQ / 612 \eta$  で表わされる。

従って、 $P_w = 50 \times 30 / 612 \times 0.8 = 3.1$  (kW)

問 117

- (1) 5.0 [MPa]      (2) 19.6 [L/min]      (3) 1.6 [kW]      (4) 1.9 [kW]

〔解説〕

(1)  $P = 39,200 \div (\pi/4) \times 100^2 = 5.0$  [N/mm<sup>2</sup>, MPa]

(2)  $Q = 2.5 \times 100 \times (\pi/4) \times 10^2 \div 1,000 = 19.6$  [L/min]

(3)  $W = (PQ/60) \times (10^6 \div 10^3) = 1.6 \times 10^3$  [W]

(4)  $W_p = W/\eta = 1.6 \div 0.85 = 1.9$  [kW]

問 118

下記の内から4つあげる

- ① 異常圧力によるパッキンのはみ出し破損
- ② パッキン材質と作動油との不適合による膨潤、収縮、劣化
- ③ 偏心、こじれ等による傷
- ④ 製造不良
- ⑤ 高温によるパッキンの劣化、へたり、収縮
- ⑥ 作動油中の異物による傷
- ⑦ 機械、装置の異常振動
- ⑧ 保管時の材質の劣化
- ⑨ 組み付け不良

# 第6章 運 搬

## 第1節 ワイヤロープ

問 119

ロープの受ける荷重と安全率に関する次の文中□の中当てはまる正しい言葉をいれよ。

ロープの受ける荷重は複雑であるが、一般には (イ) (ロ) (ハ) の3つであつて、これを合計したものを (ニ) という。

ロープの安全率には (ホ) と、(ヘ) の2つがあり、その安全率と計算式は保安規則で定められている。

(第51回上・機)

問 120

次のロープの損傷状況の説明のうち、正しいものを下記の(1)～(4)の組み合わせの内から選べ。

- (イ) 破断面が鋭くとがって、研いだようになっている。
- (ロ) 素線はねじれ、破面は素線軸に直角である。
- (ハ) 素線表面が凹凸して、肌があらい。
- (ニ) 破面は素線軸に対して斜めになる。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	腐蝕	せん断	摩耗	キンク
(2)	摩耗	せん断	腐蝕	キンク
(3)	摩耗	キンク	腐蝕	せん断
(4)	腐蝕	キンク	摩耗	せん断

(第53回普・機)

問 121

ワイヤロープに関する次の記述のうち、誤っているものを調べ。

- (1) 新品ワイヤロープの切断試験時の伸び率は、6×7ロープでは3.8～4.5%である。
- (2) ラングよりロープは、素線と外部との接触面が短いので、部分的摩耗により早期に損傷しやすい。
- (3) 一般に素線の引張強さが強いロープほど腐食に対して弱い。
- (4) ラングよりロープは、普通よりロープに比べて形くずれを起こしやすい。

(第37回普・機)

## 問 122

ロープグリースはロープの摩耗、疲労、腐蝕を防止するために有効であるが、その具備すべき条件を5つ記せ。

(第53回上・機)

## 問 123

ワイヤロープのキンクに関する次の記述のうち□に入る語句の組み合わせのうち正しいものを選べ。

キンクとはロープに□(イ)と□(ロ)を与えてできる状態をいう。キンクにはロープのよりの入る方向にねじって出来る□(ハ)と、よりが抜ける方向にねじって出来る□(ニ)がある。キンクが生じたロープは切断荷重が大幅に減少するので、使用はさけるべきである。

- |             |         |             |             |
|-------------|---------|-------------|-------------|
| (1) (イ) ねじり | (ロ) ゆるみ | (ハ) マイナスキンク | (ニ) プラスキンク  |
| (2) (イ) 緊張  | (ロ) たるみ | (ハ) Zキンク    | (ニ) Sキンク    |
| (3) (イ) 緊張  | (ロ) たるみ | (ハ) Sキンク    | (ニ) Zキンク    |
| (4) (イ) ねじり | (ロ) ゆるみ | (ハ) プラスキンク  | (ニ) マイナスキンク |

(第55回普・機)

## 問 124

ロープの一般検査に関する次の記述のうち、誤っているものを下記の(1)～(4)の内から選べ。

- (1) ロープを検査するときは、荷重をかけずにロープ表面を清掃してから行う。
- (2) ロープ径の測定は6ストランドロープにおいては1箇所から3方向から測定しなければならない。
- (3) ロープ径、ロープピッチの伸びの測定は30～50m間隔で行う。
- (4) 目視検査は素線の断線の有無、摩耗、腐食の程度、外形の変形、外傷の有無、保油状態等を行う。

(第52回普・機)

## 第2節 ベルトコンベヤー

問 125

ベルトコンベヤーに関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 速度とベルト巾が同じ時、トラフ角度が  $10^\circ$  のほうが  $20^\circ$  より運搬能力は大きい。
- (2) ベルトスリップの原因の一つにプーリーの巻付角度不足がある。
- (3) シュートは運搬物がベルト速度とほぼ同じ速度で落下し、飛び跳ねないような角度と大きさが必要。
- (4) 長さ 30m 以下の短いコンベヤーではネジ式緊張装置が一般的に使用される。

(第 55 回普・機)

問 126

次のベルトコンベヤーの緊張装置に関する記述のうち、誤っているものを次の (1) ~ (4) の内から選べ。

- (1) 緊張装置とは、常に引張り側の有効張力を減らす装置である。
- (2) 下りコンベヤーの場合帰り側の自重を有効に利用する必要があるので、緊張装置は頭部に設けるのが良い。
- (3) 重錘式緊張装置の移動距離は、弾性伸びによる伸縮長さも考えて全長の 1~2%が必要である。
- (4) ネジ式緊張装置は、主に短いコンベヤーでの初張力を調整するために使用されるが、永久伸びが出るたびにその都度調整する必要がある。

(第 54 回普・機)

問 127

ベルトコンベヤーに関する事故のうち、巻き込まれ事故の例が非常に多い。巻き込まれ事故防止対策を 4 つ説明せよ。

(第 55 回上・機)

問 128

ベルトコンベヤーの事故を防止するための運転保護装置を 4 つあげよ。

(第 33 , 39 回上・機)

問 129

ベルトコンベヤーにおいて、ベルトスリップを起こす原因を 3 つあげ、その対策を簡単に述べよ。

(第 37 回上・機, 類第 42 回普・機)

## 問 130

次の文中□の中に入れる正しい言葉を，下記の (1) ～ (4) の組み合わせのうちから選べ。

静止しているベルトコンベヤーを静かに始動するときの始動張力は，負荷運転中の張力に対して普通□(イ)％として計算する。コンベヤーを急激に始動する場合，始動張力のほかに□(ロ)が生じ，駆動プーリとベルト面に□(ハ)が起こる危険があるから，始動時間を□(ニ)とる。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	135%	有効張力	摩 擦	短く
(2)	135%	加速張力	滑 り	長く
(3)	150%	加速張力	滑 り	短く
(4)	200%	最大張力	クリープ	長く

(第 30 回普・機)

## 問 131

コンベヤーベルトに関する次の記述のうち，誤っているものを選べ。

- (1) スチールコードベルトの安全率は，運転時最大張力に対し7以上にとられる。
- (2) スチールコードベルトは，帆布ベルトに比べ，トラフ性が悪く伸びが大きい。
- (3) 帆布ベルトの接合法として最も理想的な方法に，エンドレス加硫方法がある。これは，ベルトを適当長さはがして糊で接着した後，150℃前後の温度で30分前後加熱・圧縮して硫化接合するもので，80～100%の接手効率をもっている。
- (4) 帆布の性質は，一般に綿は弱く，レーヨン耐水性が悪く，ナイロンはすべての点で他の帆布よりすぐれているが，伸びが大きい。

(第 35 回普・機)

## 第6章 解 答

問 119

- (イ)、(ロ)、(ハ) 静荷重、加速度荷重、屈曲荷重      (ニ) 総荷重  
(ホ)、(ヘ) 最大静荷重に対する安全率、最大総荷重に対する安全率

参考：テキスト p.261

問 120

- (3)

参考：テキスト p.263

問 121

- (2)

参考：テキスト p.263

問 122

以下から 5 つ記す。

- ①有害な酸、アルカリ、及び水分などを含まない。
- ②水溶性である。
- ③塩分、酸及びアルカリによって変質しない。
- ④揮発性でない。
- ⑤長時間外気に触れても粘性を失わずまた変質しない。
- ⑥心綱及びロープの隙間に浸透する。
- ⑦付着性が高い。
- ⑧塗布しやすい粘性をもつ。
- ⑨塗布面温度が低下しても割れたり、はがれたりしない。
- ⑩塗布面温度が上昇しても流出しにくい。

問 123

- (4)

参考：テキスト p.266

問 124

- (1)

参考：テキスト p.266

問 125

(1)

参考：テキスト p.274

問 126

(1)

〔解説〕 緊張装置は引張り張力を増やしてベルトの蛇行防止を図る。

参考：テキスト p.273

問 127

以下から 4 つ記載すれば良い

- (1) 防護柵を付け近寄れないようにする。
- (2) 防護柵の扉を開けて中にはいるときは、自動的にベルトコンベヤーが停止する。
- (3) 回転物の点検又は清掃時、稼働範囲に入るときは、オペレーターと連絡を確実にし、停止して行う。
- (4) 点検時は操作盤、電源盤の電源を切り、施錠を行う。又点検中の表示もする。
- (5) 近くに非常停止ロープ又はボタン等を設置する。
- (6) 回転情况等を確認するときは 2 人作業とし、1 人が柵の中に入り、残りの 1 人は作業者がよく見える位置で監視する。
- (7) 服のスソ等を巻き込まれない様にする。

参考：テキスト p.276

問 128

- (1) スリップリレー
- (2) 過負荷リレー
- (3) シュートスイッチ
- (4) 蛇行防止装置
- (5) 逆転防止装置
- (6) 非常停止装置
- (7) 縦裂き防止装置
- (8) 噛込み防止装置

以上のうちから 4 つあげればよい。

問 129

下記のうちから3つあげればよい。

[原 因]	[対 策]
① 過 負 荷	適正運搬量にする。
② ゴムラギング摩耗	ゴムラギングの補修，取替
③ プーリの巻付角度不足	スナッププーリの取付，タンDEM駆動に改善
④ プーリにケーキ，水，油が付着	付着原因の除去，ベルトクリーナの取付
⑤ ベルト表面の清掃不十分	ベルトクリーナの取付と効果的使用
⑥ 積載個所の荷こぼれ	デッキプレートの取付，シュートの改善
⑦ 帰りベルトに運搬物落下	かき板の取付
⑧ 緊張装置の不良	円滑に動作するようにする。

問 130

(2)

問 131

(2)

参考：テキスト p.268