

熱分野
専門区分

試験時間 11:20~12:50 (90分)

課目IV 熱利用設備及びその管理

必須	問題 11, 12	計測及び制御	1~4 ページ
必須	問題 13, 14	ボイラ、蒸気輸送・貯蔵装置、 蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン	5~10 ページ

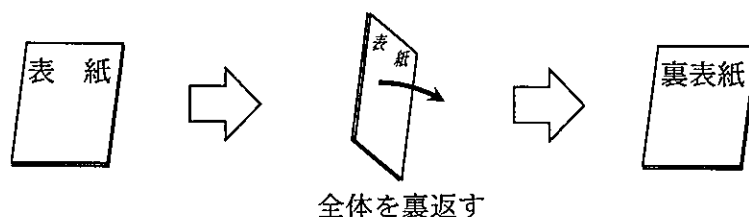
次の問題 15 から問題 18 までは、4 問題中 1 問題を選択して解答すること。

選択	問題 15	熱交換器・熱回収装置	13~15 ページ
選択	問題 16	冷凍・空気調和設備	17~20 ページ
選択	問題 17	工業炉、熱設備材料	21~24 ページ
選択	問題 18	蒸留・蒸発・濃縮装置、乾燥装置、 乾留・ガス化装置	25~28 ページ

※試験開始の指示があるまで開いてはいけません。

※問題の内容に関する質問にはお答えできません。

- 答案用紙には、**氏名**、**生年月日**、**研修地**、**研修番号**を記入すること。
- 答案用紙は、解答未記入の場合も提出すること。
- 答案用紙は 1 枚で、あらかじめ解答欄が設けてある。設問に対応する解答欄に、該当する記号を記入すること。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。
- 問題の解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。



(表紙)

(計測及び制御)

問題 11 次の各文章の [1] ~ [10] の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 放射温度計について考える。

1) 全ての物体は、その表面から [1] の形で熱を放出している。この熱放射を利用して温度計測を行うのが放射温度計である。放射温度計は、移動物体、回転体や遠距離物体の測定、高温の測定が可能であるなどの長所がある。熱放射を検出する素子には [2] やサーモパイルなどの熱形素子と半導体を用いた光電形素子があり、比較的低温度の測定には主に熱形素子が使用される。

< [1] 及び [2] の解答群 >

- | | | |
|----------|--------|-------|
| ア ペルチェ素子 | イ 焦電素子 | ウ 歪素子 |
| エ 圧力波 | オ 超音波 | カ 電磁波 |

2) 測定の際に水蒸気や [3] が光路上にあると熱放射エネルギーが吸収されて誤差を生じるため、水蒸気や [3] の影響が少ない波長を選んで測定する。

< [3] の解答群 >

- | | | |
|------|------|---------|
| ア 酸素 | イ 窒素 | ウ 二酸化炭素 |
|------|------|---------|

3) 全放射温度計の短所とされる、測定対象物の [4] 率の影響を低減するものとして開発され、視野欠けや灰色減光にも強いという特徴を持つ温度計が [5] である。

< [4] 及び [5] の解答群 >

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ア 2色放射温度計 | イ 走査放射温度計 | ウ 部分放射温度計 |
| エ 散乱 | オ 反射 | カ 放射 |

(2) 各種の流速計について考える。

1) 超音波流速計には、超音波の伝播速度差方式と [6] を利用した方式がある。

前者は一般には、一対の対向させた超音波送受信機において、流れの順方向と逆方向の超音波伝播速度の差が流れの [7] することを利用して流速を計測する。

後者は、流体に超音波を送信すると流体中の流れに追隨する気泡や微粒子から反射された超音波が [6] によって [8] がシフトすることを利用して流速を計測する。

< [6] ~ [8] の解答群 >

- | | | |
|---------|-----------|------------|
| ア コリオリ力 | イ ドップラー効果 | ウ ファラデーの法則 |
| エ 位相 | オ 周波数 | カ 反射角 |
| キ 速度に比例 | ク 速度に反比例 | コ 速度の2乗に比例 |

2) 1)の後者と同様の原理を利用して、超音波の代わりに [9] を流体に照射すると、流体中の微粒子から散乱された [9] には、微粒子の速度に応じて超音波と同様の現象が生じる。これを利用して、微粒子の速度を測定することにより流体の速度を求める流速計もある。この流速計は [10] という特徴を持つ。

< [9] 及び [10] の解答群 >

- | | | |
|----------------------------|-------|-------|
| ア レーザ光 | イ 白色光 | ウ 放射線 |
| エ 空間分解能が非常に高い | | |
| オ 燃焼ガスや高温高圧下の流体の計測には不向きである | | |
| カ 流体内の微粒子が多いほど精度が高くなる | | |

(計測及び制御)

問題 12 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 制御系では、一般に、目標値と制御量を比較して がなくなる方向に操作量を変化させる。その結果、制御量が増えるため、これを比較部に戻し、最終的に がなくなるようにする。このような制御をフィードバック制御という。このような制御では、制御量の信号が比較部に戻ってきて初めて操作結果の良否がわかるため、若干の遅れがある。

制御系の状態を乱す外部からの作用である の影響が予めわかっている場合には、これを測定して、直接制御量を変化させる方が早く処理できることになる。このような制御方式をフィードフォワード制御という。

また、家庭用の洗濯機など、あらかじめ定められた順序又は手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御もある。このような制御は、 制御と呼ばれる。

< ～ の解答群 >

ア シーケンス

イ プログラム

ウ プロセス

エ 外乱

オ 誤差

カ 収差

キ 偏差

(2) PID動作に基づく制御方式をPID制御と呼び、比例帯をPB、積分時間を T_i 、微分時間を T_D とし、これらをPID定数という。PID動作調節計の出力 mv [%]を表す式は、偏差 e が0のときの調節計出力を mv_0 とすると、PID定数を用いて次式で表される。

$$mv = mv_0 + \boxed{4} \times \left(e + \boxed{5} \int e dt + \boxed{6} \frac{d}{dt} e \right)$$

なお、PID動作において、比例帯が狭いとき、積分時間が短すぎるときや微分時間が長すぎるときには、測定値は波を打つようになる。

< $\boxed{4}$ ~ $\boxed{6}$ の解答群 >

- | | | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------|---------|-------------------|---------------------|
| ア T_i | イ $\frac{1}{T_i}$ | ウ $\frac{T_i}{100}$ | エ T_D | オ $\frac{1}{T_D}$ | カ $\frac{100}{T_D}$ |
| キ $100PB$ | ケ $\frac{PB}{100}$ | コ $\frac{100}{PB}$ | | | |

(3) 制御の操作部において、電気エネルギーの操作には、リレー、ソリッドステートリレー (SSR)、 $\boxed{7}$ が使用される。ここで、 $\boxed{7}$ は、電流を制御できる $\boxed{8}$ 素子の代表的なデバイスである。これらの操作において、信号としてリレーにはリレー出力、SSRには $\boxed{9}$ 出力、 $\boxed{7}$ には4~20mA DC出力が用いられている。

SSRは、半導体で作られたリレーで、可動部や接点がなく、リレーと異なり寿命が非常に長い。ただし、電気を多く流すと発熱するので、大電流用には放熱器を取り付ける必要がある。

$\boxed{7}$ は1本の素子では交流の半サイクル分しか制御できないため、交流回路に使用するときには2本の素子を $\boxed{10}$ に接続して使用する。

< $\boxed{7}$ ~ $\boxed{10}$ の解答群 >

- | | | | |
|---------|-----------|-----------|---------|
| ア インパルス | イ 電圧パルス | ウ 電流パルス | エ サイリスタ |
| オ サーミスタ | カ サーモスタット | キ シリコン半導体 | ケ ベルチェ |
| コ 抵抗 | サ 直列 | ス 並列 | セ 逆並列 |

(ボイラ、蒸気輸送・貯蔵装置、蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン)

問題 13 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) ボイラの水質管理は、ボイラに給水する水質及びボイラ内にあるボイラ水の水質を適正に管理して、水質に起因するボイラの障害を予防し、ボイラを安全かつ高い熱効率で維持することを目的として行うものである。

1) ボイラ水中の不純物が蒸気に混入し、蒸気と共にドラム外に運び出されるために生じる現象を という。これが生じると やタービン翼にシリカなど固形物が付着し、伝熱量の低下やタービン性能を低下させるなどの障害を起こす。

2) ボイラ負荷の変動などによって急激な蒸発が起こり、ドラム内に発生した泡や水滴が気水分離されず、外に運び去られる現象を という。

3) ボイラ水の濃縮や有機物の存在で水面上に気泡層を生じる現象を という。

< ～ の解答群 >

ア アンモニアアタック

イ キャリーオーバー

ウ スケール障害

エ ハイドアウト

オ フォーミング

カ プライミング

キ ドラム

ク 過熱器

コ 給水加熱器

(2) 発電用ボイラのように過熱器を備えたボイラの蒸気温度制御は、過熱器出口での蒸気温度が一定になるように調整する制御である。この制御における操作の方法は大きく次の 1) と 2) に分けられる。

1) 燃焼ガスを操作する方法

この方法には、次の 3 種類の方法がある。

- ① の角度を上下に動かして炉内燃焼ガス温度分布を変えて、過熱部と蒸発部の熱配分を調整する方法
- ② 燃焼ガスの一部を火炉の下部へ戻す により、過熱器の蒸気温度を上げる方法
- ③ 接触式過熱器へのガス流をバイパスさせて温度調整する方法

< 及び の解答群 >

ア 風箱 イ 燃焼用バーナ ウ 二段燃焼 エ 排ガス再循環

2) を冷却する方法

この方法には、給水の一部を過熱低減器に導いて冷却する方法があり、これには給水を 中に直接噴射するものと、 を用いて熱交換するものがある。

< 及び の解答群 >

ア 蒸気 イ 燃焼用空気 ウ 燃料 エ 蒸発器
オ 表面冷却器 カ 復水器

(3) エコマイザによる燃焼排ガスからの熱回収について考える。

1) エコマイザは、過熱器や再熱器を通った燃焼排ガスの熱を利用して、 を予熱する排熱回収装置である。この装置は、ボイラ水と の温度差を減少させ、ドラムに生じる を軽減させる効果もある。ただし、燃焼排ガスの温度が低いため、大きな伝熱面積を必要とし、フィン付管を使用することがある。

< 及び の解答群 >

ア スケール障害 イ 低水位事故 ウ 熱応力 エ 給水
オ 燃焼用空気 カ 燃料

2) エコマイザを設置して、排ガス温度を 20℃ 低下させると、ボイラ効率で約 1% の向上が見込める。硫黄分を含む燃料を使用する場合は、排ガス温度を下げすぎると、伝熱面に 蒸気が凝縮して腐食を起こす。これを という。

< 及び の解答群 >

ア 苛性脆化 イ 高温腐食 ウ 低温腐食 エ 塩酸
オ 硝酸 カ 硫酸

(4) ボイラの性能を表す指標の一つであるボイラ効率 η は、投入した燃料の熱量がどれほど蒸気の発生に有効利用されたかを示すものである。

1) あるボイラの運転状態が表の条件のとき、ボイラ出口の比エンタルピーは [kJ/kg] であり、このボイラの低発熱量基準のボイラ効率 η_1 は [%] である。

2) このボイラの伝熱管のすす及びスケールを除去したところ、ボイラ効率 η は $(\eta_1 + 4)$ [%] まで改善することができた。これにより、燃料消費量は671 kg/hから [kg/h] に低減した。

表

項目	運 転 条 件
ボイラ入口給水	105℃、比エンタルピー：441.25 kJ/kg
ボイラ出口蒸気	1.5 MPa、蒸気乾き度：98 % 飽和蒸気の比エンタルピー：2 791.01 kJ/kg 飽和水の比エンタルピー：844.72 kJ/kg
蒸発量	10 000 kg/h
燃料の低発熱量	40 500 kJ/kg
燃料消費量	671 kg/h

< ~ の解答群 >

ア 83.8 イ 84.5 ウ 85.0 エ 641 オ 645
カ 650 キ 2718 ケ 2735 コ 2752

(ボイラ、蒸気輸送・貯蔵装置、蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン)

問題 14 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 内燃機関のうち、火花点火機関の サイクルの理論熱効率 η_{th} は、圧縮比を ε 、比熱比を κ とすれば、式 $\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$ で表される。式から明らかのように、圧縮比が大きくなると熱効率は向上する。しかし、圧縮比を大きくし過ぎると を起こし運転ができなくなるため、通常は $\varepsilon =$ 程度で運転される。

< ～ の解答群 >

ア 5～10

イ 15～20

ウ 20～25

エ オットー

オ プレイトン

カ ランキン

キ キャピテーション

ケ サージング

コ ノッキング

(2) ガスタービンの種類と特徴について示す。

1) ガスタービンは、圧縮機で圧縮した作動流体を燃焼器などで高温に加熱し、タービンで膨張させて軸を回転させ、動力に変換する原動機である。

サイクルの基本構成は、開放形と密閉形に大別される。実用機の主流を占める開放形では、タービンの作動流体は であり、主に発電用や航空機用に用いられている。

< の解答群 >

ア ヘリウム

イ 二酸化炭素

ウ 燃焼ガス

2) ガスタービンの熱効率の改善や大出力化には、 温度の高温化が有効である。このため、動・静翼や燃焼器など高温部材料の耐熱性の向上や の向上が進められてきた。例えば、材料面では 合金が実用化されている。

〈 ~ の解答群 〉

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ア タービン入口 | イ タービン出口 | ウ 圧縮機入口 |
| エ 静音性 | オ 耐摩耗性 | カ 冷却性能 |
| キ 単結晶 | ケ 多結晶 | コ 多方向凝固 |

(3) コージェネレーションシステムは、一つのエネルギー源から電力と熱エネルギーを同時に生産・供給する熱電併給システムである。

主なシステムの構成要素は、動力を発生するための原動機（発電機などを含む）と、その排熱を回収して二次エネルギーを得るための などの排熱回収装置、さらに回収した熱を利用する装置、例えば空調熱源機としての などから成る。

また、動力発生過程を経ない直接発電方式の を用いたコージェネレーションシステムも実用化されている。

〈 ~ の解答群 〉

- | | | |
|-------------|-----------|--------------|
| ア NAS 電池 | イ 燃料電池 | ウ コンバインドサイクル |
| エ スクリュー式チラー | オ ターボ冷凍機 | カ 吸収冷凍機 |
| キ ヒートパイプ | ケ レキュペレータ | コ 排ガスボイラ |

(空 白)

選択問題

次の問題 15 から問題 18 までは、4 問題中
1 問題を選択して解答すること。

問題 15 熱交換器・熱回収装置

問題 16 冷凍・空気調和設備

問題 17 工業炉、熱設備材料

問題 18 蒸留・蒸発・濃縮装置、乾燥装置、乾留・ガス化装置

(熱交換器・熱回収装置 - 選択問題)

問題 15 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 熱交換器は、高温の媒体から低温の媒体に熱を移動する操作を行うために用いられる装置であり、媒体の加熱、冷却、蒸発、凝縮などの多くの伝熱操作において使用されている。

1) 加熱媒体と被加熱媒体との間で熱交換が行われる場合、それらの間の隔壁の有無により、熱交換器は、 式熱交換器と 式熱交換器に大別される。例えば、トロンボーン式冷却器は 式熱交換器に属する。

< 及び の解答群 >

ア プレート イ 多管 ウ 間接接触 エ 直接接触

2) 熱交換器の伝熱性能や管理等は、使用する媒体によりそれぞれ特徴がある。例えば、加熱媒体に飽和水蒸気を用いる場合、次の i) ～ iv) のような特徴がある。

i) 加熱には水蒸気の が利用されることから、伝熱管における熱伝達率が大きくなり、温水を用いる場合と比べて熱交換器を小さくできる。

ii) 水蒸気は圧力が ほど、単位質量当たりの が大きいという特性があるので、その特性を生かして水蒸気の供給を行うことで、熱の有効利用を図ることができる。

< 及び の解答群 >

ア 凝縮潜熱 イ 顕熱 ウ 高い エ 低い

iii) 加熱面の温度は、水蒸気の で調節でき、加熱面の温度分布を に管理することが容易である。

(3) 熱交換器に、温水と空気を流通して熱交換するときの交換熱量と熱交換後の温水の出口温度などを計算する。ここで、温水の入口温度を $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、流量を 12 kg/min 、空気の入口温度を $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、流量を 20 kg/min とする。また、温水の比熱は $4\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 、空気の比熱は $1\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ で一定とし、外部への熱損失はないものとする。

1) この熱交換器における空気の出口温度が $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ のとき、空気側の温度効率は [%] である。

2) この熱交換器における交換熱量は [kW] となり、よって熱交換後の温水の出口温度は [$^{\circ}\text{C}$] となる。

< ~ の解答群 >

ア 11.7 イ 14.6 ウ 18.3 エ 38.9 オ 50.0 カ 61.1
キ 67.1 ケ 70.0 コ 75.4

(空 白)

(冷凍・空気調和設備 - 選択問題)

問題 16 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 空調システムにおける省エネルギー手法には種々のものがあるが、代表的なものとして、次のようなものがある。

1) 外気温度の低い中間期や冬期に、冷凍機を稼働させずに、冷却塔を用いて直接に冷水を製造し、生産用冷却水や空調用冷水に利用するシステムは と呼ばれる。

2) 外気導入分に相当する室内空気の排気から、顕熱と潜熱の両方を回収する装置は、 である。

< 及び の解答群 >

- | | | |
|----------|------------|----------|
| ア ヒートポンプ | イ フリークーリング | ウ ナイトバージ |
| エ 外気量制御 | オ 外気冷房 | カ 全熱交換器 |

3) 室内環境の向上等を図る空調管理システムに加えて、エネルギー利用の合理化や建物維持管理の支援機能を含む建物運営の効率化などの基本性能を持つ管理システムは と呼ばれる。

< の解答群 >

- | | | |
|--------|----------|-------|
| ア BEMS | イ CASBEE | ウ COP |
|--------|----------|-------|

(2) 図1は、吸収冷凍機の概要を示したものであり、図1に示すように、蒸発器、吸収器、再生器、凝縮器の四つの主要部分から構成されている。空調用の吸収冷凍機では、一般的に、冷媒としては水、吸収剤としては臭化リチウムが最も広く使用されており、また冷却水が使用され、冷水が製造される。

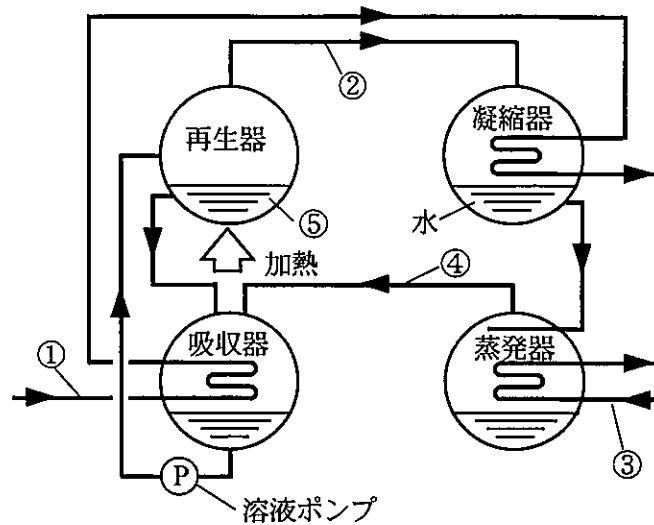


図1 吸収冷凍機の概要図

1) 図1における①～⑤の矢印は、吸収冷凍機を流れる流体を示している。①～⑤の中の、①、③及び⑤に示す流体として最も適切なものを解答群から選ぶと、①が 、③が 、そして⑤が である。

< ～ の解答群 >

ア 吸収液 イ 水蒸気 ウ 冷却水 エ 冷水

2) 図1に示す吸収冷凍機は、一重(単)効用形に分類されるが、 を二段にして効率の向上を図ったのが、二重効用形である。

< の解答群 >

ア 吸収器 イ 凝縮器 ウ 再生器 エ 蒸発器

問題 16 は次の頁に続く

(3) 図2は、湿り空気線図上における冷房時の空調プロセスを示している。また、図2におけるA～D各点の比エンタルピーと乾球温度を表の通りとし、外気量を2000m³/h、還気量を5000m³/h、空気の密度を1.2kg/m³とする。なお、kg(DA)は乾き空気の質量を示す。

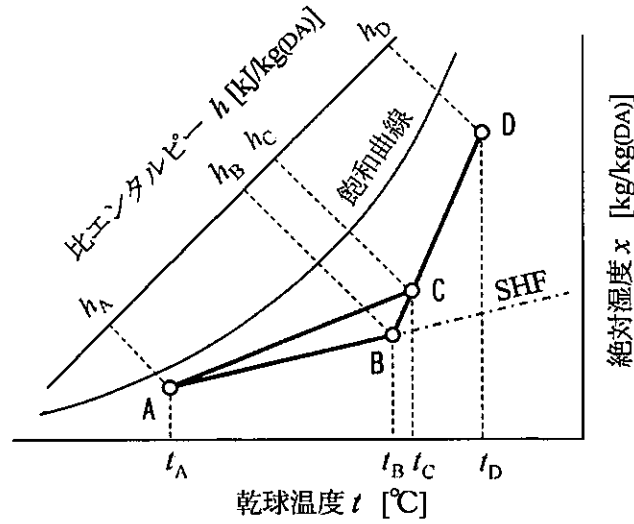


図2 冷房時の空調プロセス

表

	単位	点A	点B	点C	点D
比エンタルピー	kJ/kg(DA)	37	51	61	86
乾球温度	℃	15	26	28	33

- 1) 図2における点A～Dは空気の状態点を示しているが、外気の状態点は点 、給気（空調機の吹出し空気）の状態点は点 で示されている。

< 及び の解答群 >

ア A イ B ウ C エ D

- 2) この空調プロセスにおける空調機の送風空気量（給気量）は、 [m³/h] である。

- 3) また、この空調プロセスにおける室内負荷熱量は、 [kJ/h] である。

< 及び の解答群 >

ア 2000 イ 5000 ウ 7000 エ 84000
オ 98000 カ 117600

(工業炉、熱設備材料 - 選択問題)

問題 17 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 各種産業分野に用いられる代表的な工業炉に関して、業種ごとにその機能や特徴について考える。

1) 高炉は溶鉱炉とも呼ばれ、鉄源として塊状の鉄鉱石あるいは焼結鉱を、 としてコークスを炉頂部から層状になるように交互に投入して、一つの反応塔の中で予熱、還元、溶融などを行う炉である。高炉の底部にある羽口から高炉に吹き込む を 1200～1300℃ まで予熱するための蓄熱式の熱交換器は と呼ばれ、蓄熱体を介した燃焼ガスからの熱回収により を予熱するものである。

2) 鉄鋼製造において連続鋳造された鋼片などを熱間圧延するために、その目的温度まで再加熱する炉として、 が用いられる。バッチ式と連続式のものがあるが、生産性やエネルギー効率の点から、主流は連続式である。

< ~ の解答群 >

ア キュボラ

イ ホットチャージ

ウ 加熱炉

エ 転炉

オ 熱風炉

カ 溶解炉

キ 空気

ケ 石灰石

ク 二酸化炭素

ク 脱硫及び脱硝剤

ス 熱源及び還元剤

セ 熱源及び酸化剤

3) 台車に載せられた耐火物や陶磁器である被焼成物を連続式のトンネル窯を通過しながら焼成する焼成炉では、窯断面の上下の温度差は、品質に影響を及ぼすことから均一化するように種々の工夫がされている。例えば、サイド燃焼式では、火炎が直接被加熱物に当たらないように を設けて温度の均一化を図っている。また、火炎が浮力によって炉上方に偏ることを防ぐために、台車上れんがと製品積みの下部との間に隙間を設けて、その隙間に火炎を吹き込む がある。天井から火炎を吹き込むトップ燃焼式では、高速バーナを使用して周囲のガスの吸引や攪拌をおこなって均一化を図っている。

< 及び の解答群 >

- | | | |
|----------|----------------|--------|
| ア スキッド | イ リジェネレイティブバーナ | ウ 予燃焼室 |
| エ トロイダル式 | オ 下部燃焼式 | カ 再熱式 |

4) セメントの焼成炉は、一般には、 と呼ばれる回転窯に石灰質、粘土質、珪酸質、スラグ等の原料を所定の比率で混合しながら半熔融状態まで焼成して、 と呼ばれるセメントの原料を製造する炉である。

< 及び の解答群 >

- | | | |
|---------|------------|------|
| ア クリンカ | イ ガラス | ウ 石英 |
| エ シャフト炉 | オ ロータリーキルン | カ 転炉 |

(2) 工業炉の省エネルギーを考える上で炉への入熱と炉からの出熱を定量的に明らかにして、分析検討することは重要である。

炉に供給される入熱には、主に燃料の燃焼熱のほかに、被加熱物が持ち込む顕熱、酸化反応の生成熱等がある。この入熱がどのように使用されるかの収支計算をすることを という。

一方、出熱は、被加熱物の顕熱以外に、排ガスの顕熱、炉体の放散熱、冷却水の持ち去る熱などがあるが、排ガスの顕熱に関しては、燃焼用空気の予熱に利用する熱回収が行われている。また、冷却水の持ち去る熱を少なくする方法として、被加熱物を炉内で支持している の断熱強化が挙げられる。

< 及び の解答群 >

- | | | |
|----------|-----------|-------|
| ア カテナリ | イ スキッドビーム | ウ ベル |
| エ デマンド制御 | オ ヒートバターン | カ 熱勘定 |

(3) 工業炉に用いられる耐火れんがに要求される性質には機械的性質、熱的性質などがある。

1) 機械的性質の要求性能で特に重要なのは、高温時に荷重を受ける部分での である。

< の解答群 >

- | | | |
|--------|--------|----------|
| ア 圧縮強さ | イ 引張強さ | ウ 低ポアソン比 |
|--------|--------|----------|

2) 熱的性質の要求性能は、荷重軟化始発点の使用温度より高いことである。荷重軟化始発点とは、耐火れんがに荷重をかけたまま温度を上げたときの膨張及び収縮について、最初に を始める温度のことである。また、れんが表面の温度が急変すると、 によって、れんが表面に傷が発生して脱落等の損傷が生じるため、急熱や急冷に対して安定であることは重要な性質である。

< 及び の解答群 >

- | | | |
|-------------|-------------|------------------|
| ア チッピング | イ 熱応力 | ウ 腐食 |
| エ 収縮してその後膨張 | オ 膨張してその後収縮 | カ やや膨張してその後急速に膨張 |

(4) 工業炉に用いられるセラミックファイバは、他の耐火物に比べて断熱性が高く、重量や熱容量については、 という特徴を持つ。

セラミックファイバの伝熱要素としては、①空隙部の放射伝熱、②空隙部の気体の伝導伝熱、③ファイバの伝導伝熱があり、①～③を合わせた断熱性能を熱伝導率で代表させて「全熱伝導率」と呼ぶことがある。

全熱伝導率は、セラミックファイバのかさ密度と使用温度によって変動する。また、使用雰囲気
が空気より熱伝導率大きい を多く含むような場合には、②の要素により空気の場合より断熱性能が低下するので注意が必要である。

〈 及び の解答群 〉

- | | |
|----------------|----------------|
| ア 重量が重く熱容量が大きい | イ 重量が重く熱容量が小さい |
| ウ 重量が軽く熱容量が大きい | エ 重量が軽く熱容量が小さい |
| オ 水素 | カ 窒素 |
| | キ 二酸化炭素 |

(蒸留・蒸発・濃縮装置、乾燥装置、乾留・ガス化装置 - 選択問題)

問題 18 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 蒸留・蒸発について考える。

1) 混合溶液の気液平衡関係は、次の①と②で示される二つの法則を用いて表現される。

① 溶液中の各成分の蒸気分圧の和は全圧（操作圧）に等しい。

② 溶液中のある成分 (i 成分) の蒸気分圧 P_i は、 i 成分の純粋成分蒸気圧 P_i^* と液モル分率 x_i の積に等しい。

ここで、①を の法則、②を の法則といい、①と②の両者が成立する溶液を理想溶液という。

< 及び の解答群 >

ア キルヒホッフ イ ダルトン ウ ラウール エ 質量保存

2) 分離したい 2 成分系混合物質が 点を持つ場合、蒸気と液の組成が等しくなる点があるので、通常、1 基の蒸留塔では純粋成分に分離することができない。

< の解答群 >

ア 共沸 イ 抽出 ウ 反応 エ 臨界

3) 蒸留塔の理論段数とは、各段での気液の接触が十分にあり、気液平衡関係が成立するという前提で、所定の純度に蒸留するのに必要な段数のことであり、図1に示すマッケーブ・シーレ図による図解法を用いて求めることができる。

多段連続蒸留塔ですべての留出液を蒸留塔に戻すことを といい、最も分離効率の高い状態であるが、留出量はゼロである。この場合の操作線は、図1に示すA～C線のうちの 線である。

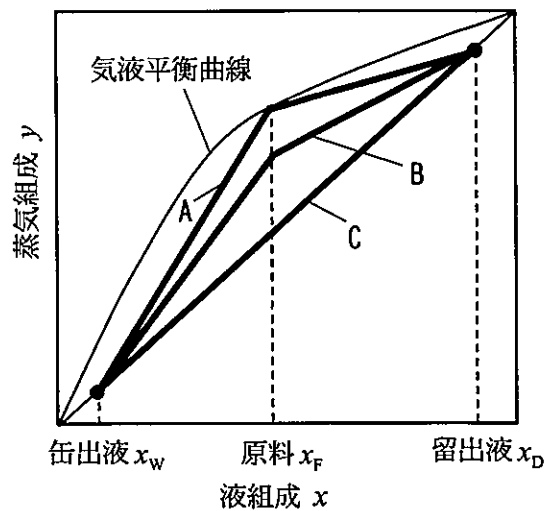


図1 マッケーブ・シーレ図

< 及び の解答群 >

- | | | | |
|-------|----------|-------|--------|
| ア A | イ B | ウ C | エ 最小還流 |
| オ 全還流 | カ 最適理論段数 | キ 全蒸留 | |

(2) 乾燥装置について考える。

1) 汚泥は、もともと水中にあった物質が沈降したもので、多量の水分を含んでいる。ある汚泥の湿量基準の含水率が98%であった。このまま、この汚泥を焼却処分すると多量のエネルギーを消費するので、加熱乾燥前に機械的脱水で湿量基準の含水率が80%となるまで脱水した。元の汚泥の全質量を100 kgとしたとき、機械的脱水で [kg] 脱水されたことになる。

次に、加熱乾燥を行い、乾量基準の含水率が10%となるまで乾燥した。この乾燥製品の湿量基準の含水率は [%] である。

< 及び の解答群 >

ア 0.91 イ 9.1 ウ 11.1 エ 20 オ 80 カ 90

2) 表面まで十分に湿った被乾燥材料を一定条件の熱風中に吊るし、熱風の出口温度、出口湿度、被乾燥材料に関する諸量の変化を観察した。その結果、時間経過を横軸にしたとき、図2のような結果が観測された。

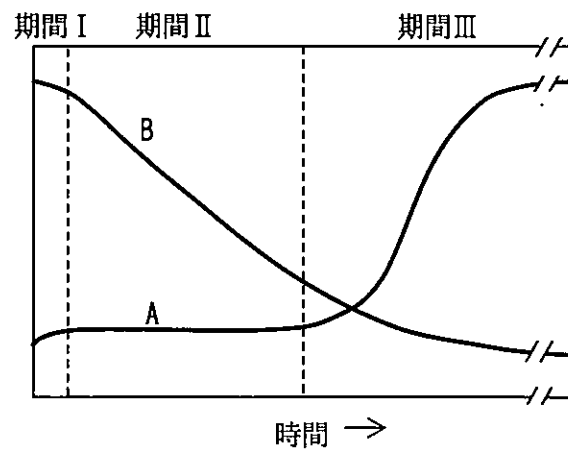


図2

i) 図において、曲線 A が示しているのは被乾燥材料の の変化であり、曲線 B が示しているのは被乾燥材料の の変化である。

< 及び の解答群 >

ア 温度 イ 乾燥速度 ウ 平均含水率 エ 容積

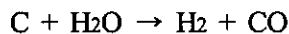
ii) 期間 II における被乾燥材料の温度と乾燥速度については、 となり、流入熱量はすべて水分蒸発に費やされる。この期間を定率乾燥期間という。

< の解答群 >

ア 温度、乾燥速度ともに一定
イ 温度は一定、乾燥速度は低下
ウ 温度は次第に上昇、乾燥速度は一定
エ 温度は次第に上昇、乾燥速度は低下

(3) ガス化に用いられる基本的反応は、熱分解、水素化分解、水性ガス反応（水蒸気改質反応）、部分燃焼（部分酸化）である。

1) 水性ガス反応は、次式で示される反応で、熱的には である。



< の解答群 >

ア 吸熱反応 イ 発熱反応 ウ 平衡状態

2) 水素化分解では、比較的分子量の大きい炭化水素を、 の条件下で水素と接触させると、低分子のパラフィン系炭化水素となり、ガス状生成物が得られる。

< の解答群 >

ア 高温・高圧 イ 高温・低圧 ウ 低温・高圧

(空 白)

(空 白)

(表紙からの続き)

● 解答上の注意

1. 問題は全て、、 … で示す設問番号付きの空欄の中に当てはまる字句等(字句、数値、式、記述、図、グラフ等を含む)を、該当する解答群から選択する形式であり、一つの設問に対する正答は唯一である。概略数値を当てはめる設問で、「約」が付されている場合も正しい値に最も近い値のみを正答とする。
2. 解答用紙の解答欄には、次に示す解答例にならって、正答として選択した字句等に付された「ア」、「イ」、「ウ」…の記号のみを明瞭に記入すること。

解答例；

設問番号	解答欄
1	ア
2	イ
・	・

3. 、 … で示す設問のうち、同じ設問番号付きの空欄が複数箇所ある場合は、同じ設問番号の正答は同じ字句等である。
4. 一つの解答群から同じ字句等を2回以上用いてよい場合は、当該の設問においてその旨が明記されている。
5. 数値計算の結果を解答群から選択する問題においては、下記の「数値計算における正答の導出手順についての留意事項」に従って計算する。

● 数値計算における正答の導出手順についての留意事項

1. 原則として十分に大きい有効桁数を確保した値を用いて計算した最終結果の数値を、解答群に示されている数値の最小位の一つ下の位で四捨五入した値を正答とする。
2. 問題文中で与条件として示されている数値については、記載してある位より下の位は「0」であるものとし、十分に有効桁数が確保されているものとして扱う。例えば、2.1 kg の2.1 は、2.100…と考える。
3. すでに解答した数値を用いて次の設問以降の計算を行う場合は、解答群にある四捨五入後の数値を用いるのではなく、選択の根拠とした十分に大きい有効桁数を確保した値を用いる。

(裏表紙)