

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～ 6 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	7～13 ページ

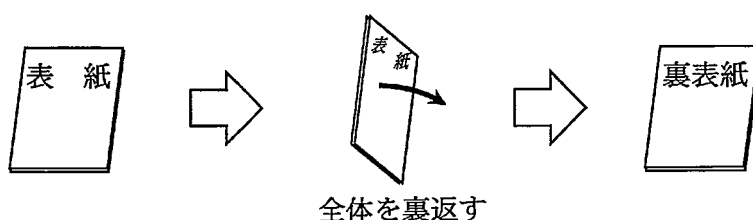
次の問題 15 から問題 18 までは、4 問題中 1 問題を選択して解答すること。

選択	問題 15	熱交換器・熱回収装置	15～16 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	25～27 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（マークシート）には、**氏名**、**生年月日**、**受験番号**を記入すること。
- 問題の解答は答案用紙に記入すること。記入に当たっては答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと
- 問題の解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。
- 答案用紙は、解答未記入の場合も提出すること。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。



(表紙)

(計測及び制御)

問題 11 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) 各種の湿度計について考える。

1) 気体の湿度を測定する方法はいくつかあるが、そのうち、気体に接する物体を冷却し、その物体の表面に露が発生したことを光学的に検知して、そのときの から気体の湿度を測定する湿度計を冷却露点式湿度計という。

< の解答群 >

ア 圧力変化

イ 露の発生量

ウ 表面温度

2) 乾湿球湿度計は構造が簡単で、取り扱いに注意すれば精度もよく、基準湿度計として用いられる。水をしみ込ませたガーゼを被せた湿球温度計では、水の蒸発により乾球温度計に比べて温度が し、乾球温度計との温度の違いから湿度が求められる。湿球温度計の温度は風速が少なくとも [m/s] 以上であれば風速によらず一定となり、両者の温度差も一定となる。

< 及び の解答群 >

ア 0.03

イ 0.3

ウ 3

エ 上昇

オ 低下

カ 上昇したり低下したり

(2) 各種の流量計や流速計について考える。

- 1) ピトー管式流速計では の差を測定し、その値と流体の密度からベルヌーイの式に基づいて流速を計算することができる。測定値である の差が3倍になると、流速は 倍になる。

〈 及び の解答群 〉

- ア $\sqrt{3}$ イ 3 ウ 6 エ 9
オ 全圧と静圧 カ 全圧と動圧 キ 動圧と静圧

2) 超音波流量計には伝播速度差式とドップラー式がある。

- i) 伝播速度差式は、管内の流れに斜めに超音波を発射したときに、発射方向と流速により超音波の速度が変化することを利用して流速を求めるものである。

超音波の発射角度を流れの方向に対して θ 度傾け、管の両側から対向して発射したときの超音波の速度のうち、流速に順方向の速度を V_1 、逆方向の速度を V_2 とすると、流速 v は式 $v =$ で表される。

〈 の解答群 〉

- ア $(V_1 - V_2) \times \cos \theta$ イ $\frac{V_1 - V_2}{\cos \theta}$ ウ $\frac{V_1 - V_2}{2 \cos \theta}$ エ $\frac{V_1}{V_2} \times \cos \theta$

- ii) ドップラー式は、管内の流れに超音波を送り込んだときに、ドップラー効果によって超音波の がシフトすることを利用して流速を求める方式である。

〈 の解答群 〉

- ア 音圧 イ 周波数 ウ 振幅

問題 11 は次の頁に続く

(3) 抵抗温度計は、金属や非金属の電気抵抗が温度によって変化することを利用する温度計である。

温度センサとなる抵抗体のうち、金属としては JIS にも定められている白金の測温抵抗体が最も一般的に用いられる。一方、非金属の抵抗体にはサーミスタがある。

1) 白金測温抵抗体の温度－電気抵抗特性は、温度が のときの抵抗値と 0℃ のときの抵抗値の比で一義的に決められ、この値は 1.3851 である。

< の解答群 >

ア 25℃

イ 80℃

ウ 100℃

2) 測温抵抗体の結線方式には3種類ある。そのうち、2線式は経済的だが の変化がそのまま誤差となる。また、4線式は の影響を全く無くすることができるが、高コストである。

< の解答群 >

ア 導線抵抗

イ 測温部の接触抵抗

ウ 測温抵抗体の挿入長さ

3) 抵抗を測定する際は、抵抗素子に直接電流を流すため 熱を発生するが、近年は素子に流す電流が少なくなったため、あまり問題にならない。

< の解答群 >

ア ジュール

イ 輻射

ウ 摩擦

(空 白)

(計測及び制御)

問題 12 次の各表の ～ 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。

(I) 表 1 及び表 2 は、制御で使われる用語に対する解説を一覧表にしたものである。

表 1 制御で使われる用語と解説 (動作)

制御用語	解 説
1 動作	オフセットの手動リセットを調節計自体にやらせるためにつくられた動作
2 動作	主として外乱の影響を速やかになくすために考えられた動作

＜ 及び の解答群 ＞

ア 積分

イ 微分

ウ 比例

表 2 制御で使われる用語と解説 (その他)

制御用語	解 説
3	測定値が目標値にほぼ一致するまでの時間
4	制御系を構成する各部分を、信号の流れに重点を置いて書き直したもの
5	制御対象に属するもののうちで、それを制御することが目的になっている量

＜ 3 ～ 5 の解答群 ＞

- | | | |
|-----------|----------|---------|
| ア フローチャート | イ ブロック線図 | ウ ボード線図 |
| エ 制御量 | オ 操作量 | カ 時定数 |
| キ 整定時間 | ク 無駄時間 | ケ 目標値 |

(2) 表 3 は、各種の制御方法の解説を一覧表にしたものである。

表 3 制御方法と解説

制御方法	解 説
6 制御	フィードバック制御系において、一つの制御装置の出力信号によって他の制御系の目標値を決定する制御
7 制御	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
8 制御	あらかじめ定められた変化をする目標値に追従させる制御
9 制御	比例動作、積分動作、微分動作の 3 種類の動作を併用した制御
10 制御	目標値が時々刻々変化し、それに測定値を追従させる制御で、6 制御、8 制御などもその一種

＜ 6 ～ 10 の解答群 ＞

- | | | | |
|---------|--------|---------|---------|
| ア PID | イ オンオフ | ウ カスケード | エ シーケンス |
| オ プログラム | カ リレー | キ 追値 | ク 比率 |

(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。

(I) ボイラの空気予熱器について考える。

1) 空気予熱器は、煙道ガスの余熱を利用して燃焼用空気を予熱する排熱回収装置である。また、これにより燃料の着火性及び燃焼効率を向上させ、 の低減や空気過剰率の低減も期待できる。

＜ の解答群 ＞

ア 蒸気温度

イ 燃焼温度

ウ 未燃損失

2) 空気予熱器の種類とその形式について

i) 空気予熱器の種類には、大きく次の二つの形式がある。

① 伝 熱 式：金属壁を介して排ガスから空気に熱を伝える一般の熱交換方式

② 式：伝熱体である厚さ1mm程度の金属板を一定時間排ガスと接触させて熱を吸収させ、その後一定時間燃焼用空気と接触させて、熱を放出させる方式

＜ の解答群 ＞

ア 再生

イ 再熱

ウ ふく射

ii) ②の形式の代表的なものに、 型空気予熱器がある。この形式の空気予熱器は、構造上空気側と排ガス側とを仕切っている部分にすき間があるが、空気側の方が排ガス側よりも が高いため、そのすき間を経由して空気が排ガス側に漏洩してしまう。この漏洩は、空気予熱器の熱交換効率を下げるだけでなく、通風機の消費動力を増大させるので、回転部と静止部とのすき間を適正に調整することは省エネルギー上重要である。

〈 及び の解答群 〉

ア シェル・アンド・チューブ	イ フィンチューブ	ウ ユングストローム
エ 圧力	オ 温度	カ 設置位置

(2) ボイラの自動制御の中で、給水制御は、ボイラの負荷に応じて必要なボイラ水を給水するための制御である。

1) ドラム形ボイラの場合、 を検出して給水量を調整する制御を一要素制御といい、小型のボイラなどに適用されている。

2) 中・大型ボイラになると、ドラム内のボイラ水には多数の気泡があり、その体積変化が外乱となって制御が安定しないことがある。その対策として、 を負荷変化の先行値として加えた二要素制御や、さらに を検出して との差を制御要素に加えた三要素制御がある。

〈 ～ の解答群 〉

ア ドラム水位	イ 給水流量	ウ 蒸気流量
エ 燃焼用空気量	オ 燃料流量	

問題 13 は次の頁に続く

(3) ボイラの適正な水管理は、ボイラへの給水及びボイラ水の水質に起因するボイラ自体の障害防止だけでなく、ボイラで発生する蒸気の使用先を含めた障害防止のために必要不可欠である。

1) ボイラ水中の不純物が蒸気に混入し、蒸気とともにドラム外に運び出される現象をキャリーオーバーという。キャリーオーバーが生じると、運び出されたシリカなどの固形物がボイラの や、蒸気を発電に用いる場合にはタービン翼などの部位に付着し、伝熱量の減少による効率の低下や、タービン性能を低下させるなどの障害を起こす。

＜ の解答群 ＞

ア 過熱器

イ 節炭器

ウ 蒸発器

2) キャリーオーバーが生じる要因にはいくつかある。一つは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、ドラム外に運び去られる現象であり、これを という。また、もう一つは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であり、これを という。

タービン性能に最も影響を与えるシリカの選択的キャリーオーバーにおいては、シリカがこれら二つの現象によりボイラ外へ運び出される他に、蒸気に溶解して排出される。

＜ 及び の解答群 ＞

ア ハイダウト

イ フォーミング

ウ プライミング

- (4) ボイラでは、燃料の持つ発熱量のすべてが蒸気の発生に利用されることはなく、種々の損失がある。ボイラ効率、投入した燃料の燃焼熱が蒸気の発生に有効利用された割合を示すものである。
- ここで、あるボイラの初期の運転状態が表に示す条件のときのボイラ効率等について考える。

表 ボイラの運転条件

項 目	条 件
ボイラ入口給水	温度：105 ℃ 比エンタルピー：440.2 kJ/kg
ボイラ出口蒸気	蒸発量：12.0 t/h 圧 力：1.2 MPa 乾き飽和蒸気の比エンタルピー：2 783.8 kJ/kg 飽和水の比エンタルピー：798.5 kJ/kg 乾き度：98.0 %
燃料の低発熱量	40.5 MJ/kg
ボイラ効率	85.0 %

- 1) このボイラにおける、出口蒸気の比エンタルピーは、11 [kJ/kg] であり、燃料消費量は、12 [kg/h] である。

〈 11 及び 12 の解答群 〉

ア 793 イ 798 ウ 803 エ 2 728 オ 2 737 カ 2 744

- 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、燃料消費量を40 kg/h 低減することができた。これにより、ボイラ効率は85 % から 13 [%] に上昇した。

〈 13 の解答群 〉

ア 87 イ 89 ウ 91 エ 93

(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 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) 蒸気原動機は、蒸気の持つ熱エネルギーを速度（運動）エネルギーに変換する装置であり、そのうち蒸気タービンは、高速で噴出する蒸気の力を利用して車軸（ロータ）を回転させることで動力を得るものである。

1) 蒸気タービンの、他の蒸気原動機にはない主な特徴として、次のようなことが挙げられる。

① 回転速度を任意に変更することが可能なことから、被駆動機側の特性に応じた、1 が高い運転が可能となる。

② 必要な圧力の蒸気を相当する段落から抽出できるなど、システムの柔軟性が高い。

〈 1 の解答群 〉

ア 圧力比

イ 排熱回収率

ウ 負荷追従性

2) 蒸気タービンは蒸気の利用方式、蒸気の流れ方向、熱サイクルなどいろいろな観点から分類され、呼称の種類も多い。例えば、蒸気の流れ方向による分類では 2 などの種類がある。

〈 2 の解答群 〉

ア 再生タービンや再熱タービン

イ 軸流タービンやラジアルタービン

ウ 復水タービンや抽気タービン

3) 蒸気タービンを発電用途に用いる場合には、例えば発電利用した後の蒸気を工場等の生産用のプロセス蒸気として利用し、さらにその排熱を空調や給湯用の熱源として活用すれば、熱の 3 利用となって、省エネルギー効果を高めることができる。

〈 3 の解答群 〉

ア カスケード

イ トッピング

ウ ボトミング

(2) ディーゼル機関の特徴について考える。

- 1) ディーゼル機関は、火花点火機関に比べ、通常、圧縮比を 程度に高く取れ、熱効率を高くできる特徴がある。

く の解答群

ア 5～13

イ 12～22

ウ 23～33

- 2) ディーゼル機関の高圧縮比化による性能向上に伴う重要な問題の一つに、他の内燃機関と同様にシリンダライナとピストンリングとの 部からの燃焼ガスの吹抜け問題があり、機関の性能や耐久性の低下が生じる原因となるため、十分な保守管理が必要となる。

く の解答群

ア 結合

イ 固定

ウ しゅうどう 摺動

- 3) ディーゼル機関の排気成分では、HCやCOは火花点火機関と比較して 。

NO_xについては、排ガス中に酸素が残存し の使用が困難なため、燃焼改善による低減や選択還元脱硝法が採られてきた。

く 及び の解答群

ア EGR法

イ 吸蔵還元触媒

ウ 三元触媒

エ 多い

オ 少ない

カ 変わらない

問題 14 は次の頁に続く

(3) コージェネレーション（熱電併給）システムは、一つのエネルギーから電力（動力）と熱を同時に生産・供給するシステムであり、最も重要な点は、電力負荷と熱負荷をバランスさせ、総合効率が最大となるようシステム構成することである。

1) 総合効率向上のためには、負荷の特徴に応じた適切な原動機を選択も重要である。例えば、一般に単機容量が最も大きく、発電効率は比較的低いが、総合効率が最も優れていることを特徴とする原動機は、 である。

2) 電力・熱バランス調整の対応策の一つとして、発生した余剰蒸気をガスタービンに噴射し、電力と熱の供給比率を変化させることができる システムの導入なども考えられる。

＜ 及び の解答群 ＞

ア ガスタービン

イ ディーゼル機関

ウ コンバインド

エ リバウリング

オ 熱電可変形

カ 燃料電池

3) 常に原動機を定格出力で運転できるとは限らないため、部分負荷時の特性も把握しておくことが必要であるが、一般に部分負荷時の原動機の効率は定格負荷時に比べて 。

＜ の解答群 ＞

ア 向上する

イ 低下する

ウ 変わらない

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) 排熱からの熱回収は大きな省エネルギーに結びつく。排出される様々な熱媒体から熱回収して有効に利用するために、1)～3) に示すような熱媒体の特徴を知っておく必要がある。

1) 燃料の燃焼による水分の生成等により、燃焼排ガスには水蒸気成分が含まれる。燃焼排ガス中の水蒸気成分が多くなると、排ガスの平均比熱の値は 。また、水蒸気成分の割合は、燃料が軽油の場合と天然ガスの場合とを比べると 。

＜ 及び の解答群 ＞

- | | | |
|-----------|-------------|-----------|
| ア 減少する | イ 増加する | ウ 変化しない |
| エ 軽油の方が多い | オ 天然ガスの方が多い | カ 両者同等である |

2) ゴミや汚泥の焼却炉の排ガスは、燃焼物にPVC系のプラスチックが混在すると などの有害ガスが発生する。

3) 蒸気利用時の熱回収例には次のようなものがある。

① 蒸気の凝縮潜熱利用後に捨てられることの多い の熱を回収利用する。そのままボイラ給水に用いる場合は、微量の不純物が溶解しているので、使えるかどうか調査を要する。

② ボイラの水質管理のために排出される の熱を回収利用する。ボイラ底部に沈積したスラッジなどが含まれることがあるので、利用する際に留意する。

＜ ～ の解答群 ＞

- | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|
| ア NO _x | イ 塩化水素 | ウ 硫化水素 | エ ドレン水 |
| オ ブロー水 | カ 過圧水 | キ 補給水 | |

- (2) 食品の加熱設備における熱回収による省エネ効果について考える。

加熱設備は、蒸気ボイラと各10t(トン)の温水槽5槽を持ち、各槽の温水は年間で200回、全量入れ替えられ、排温水はそのまま捨てられている。温水は入れ替えごとに、20℃の給水をボイラの蒸気で95℃まで加熱して保持されている。

この設備の省エネルギー対策として、排温水の熱を回収して給水の予熱に利用した場合のボイラ燃料の削減量を求める。

ここで、給水の加熱には蒸気の潜熱のみを使用し、給水の加熱及び予熱時の外部への熱損失は無視できるものとする。また、温水及び給水の比熱を4kJ/(kg・K)、蒸気の潜熱を2MJ/kgとし、それぞれ一定とする。なお、 m^3_N は標準状態における燃料ガスの体積を示す。

- 1) 熱回収前には、1槽分の温水10tを製造するために必要な蒸気量は、 [kg] である。
- 2) 熱回収で、20℃の給水を50℃まで予熱できた場合、1回の入れ替えにおける1槽当たりの回収熱量は [MJ] となり、排温水の温度は95℃から65℃まで低下する。

< 及び の解答群 >

ア 300 イ 375 ウ 1200 エ 1500 オ 2800 カ 3000

- 3) 20℃の給水を50℃まで予熱できた場合、給水側の温度効率 [%] となる。
- 4) 熱回収で5槽の給水を全て50℃に予熱できた場合、蒸気の潜熱と2)で求められた回収熱量から、削減される年間の蒸気量は、5槽合計で [t] となる。
- 5) 燃料1 m^3_N 当たりのボイラ発生蒸気量を15kgとすると、削減できる年間の燃料ガス量は、5槽合計で [m^3_N] となる。

< ～ の解答群 >

ア 3 イ 40 ウ 60 エ 67 オ 120 カ 200
キ 600 ク 8000 ケ 40000

(冷凍・空調設備 - 選択問題)

問題 16 次の各文章及び図の ～ 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) 空調システムにおいて、熱を搬送するための装置が搬送設備であり、ポンプ・配管等から構成される配管系と、送風機・ダクト等から構成されるダクト系とがある。搬送設備で消費されるエネルギー量は、熱源設備で消費されるエネルギー量よりも多い場合もあり、省エネルギー上も留意すべき設備である。

1) ダクト系の省エネルギー手法として、負荷に応じて送風量を調節する方式が であり、ゾーンごと、室ごとなどでの温度制御が可能で、個別制御性の向上につながる。

また、配管系の省エネルギー手法として、負荷に応じて送水量を調節する方式は と呼ばれる。

< 及び の解答群 >

ア	APF	イ	CAV	ウ	COP	エ	CWV
オ	PAL	カ	VAV	キ	VWV		

2) 送風機の風量制御には、吸込みベーン制御、吹出しダンパ制御、回転速度制御、可変ピッチ制御等の方式があるが、その中で省エネルギー性が最も劣っているのは 制御である。

< の解答群 >

ア	回転速度	イ	可変ピッチ	ウ	吸込みベーン	エ	吹出しダンパ
---	------	---	-------	---	--------	---	--------

(2) 図1は、吸収冷凍機の概要を示したものである。

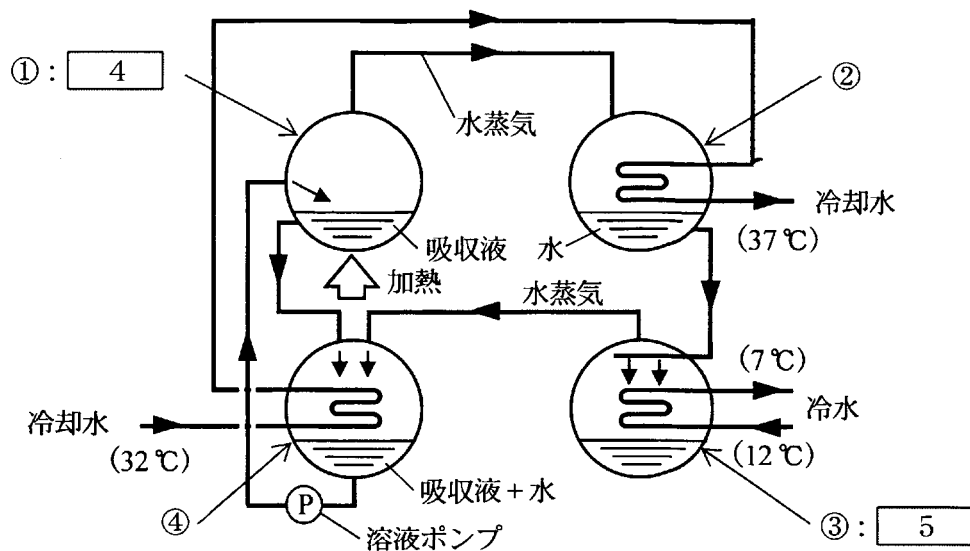


図1 吸収冷凍機の概要 (温度表示は例示)

1) 吸収冷凍機は、図1に示すように、①～④の四つの主要部分から構成されている。それら四つの主要部分のうち、①が [4] 、③が [5] である。

< [4] 及び [5] の解答群 >

ア 吸収器 イ 凝縮器 ウ 再生器 エ 蒸発器

2) 空調用の吸収冷凍機において、一般的に、冷媒としては [6] 、吸収剤としては [7] が最も広く使用されている。

< [6] 及び [7] の解答群 >

ア アンモニア イ ブライン ウ フロン エ 臭化リチウム オ 水

問題 16 は次の頁に続く

(3) 全熱交換器は、室内空氣の排氣と取入れ外氣との間の熱交換により、室内空氣の有する顕熱と潜熱の両方を回収する装置である。図2は、同風量の排氣と取入れ外氣との間に全熱交換器を導入した場合の、冬期の暖房時における外氣負荷の変化を湿り空氣線図上に示しており、A～Eは、それぞれ次の状態点のいずれかを示している。

- ・ 外氣の全熱交換器入口の状態点
- ・ 排氣される室内空氣の全熱交換器入口の状態点
- ・ 外氣の全熱交換器出口の状態点
- ・ 熱交換後の「外氣と室内還氣の混合空氣」の状態点
- ・ 全熱交換器を導入しない場合の「外氣と室内還氣の混合空氣」の状態点

なお、kg(DA)は乾き空氣の質量を示す。

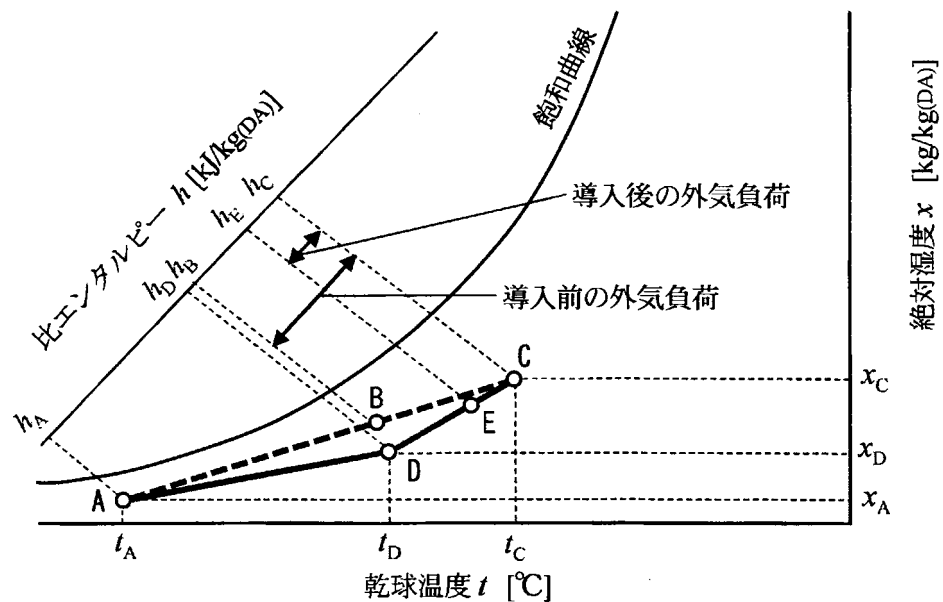


図2 全熱交換器による熱回収プロセス

- 1) 図2において、排気される室内空気的全熱交換器入口の状態点は であり、外気的全熱交換器出口の状態点は である。

< 及び の解答群 >

ア A イ B ウ C エ D オ E

- 2) 図2において、状態点A～Eの乾球温度、絶対湿度及び比エンタルピーを表の通りとした場合、全熱交換器の顕熱回収効率は約 [%]、全熱回収（総合）効率は約 [%] となる。

< 及び の解答群 >

ア 47 イ 52 ウ 61 エ 64 オ 68 カ 79

表

項目 状態点 単位	乾球温度	絶対湿度	比エンタルピー
	℃	kg/kg(DA)	kJ/kg(DA)
点A	1.0	0.0003	2.0
点B	15.7	0.0053	29.3
点C	23.0	0.0078	43.0
点D	16.0	0.0042	27.0
点E	20.7	0.0066	37.7

(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) 工業炉を加熱源で分類すると、燃焼加熱炉と電気加熱炉に分けられる。

1) 燃焼加熱炉について

燃焼加熱炉の加熱は、火炎や燃焼ガスが被加熱物に触れながら加熱する直接加熱方式と、マッフルなどの隔壁を設けて、被加熱物と燃焼ガスを分離し、主に加熱されたマッフル内表面からの によって加熱する間接加熱方式がある。この間接加熱方式では、被加熱物表面が酸化や脱炭などが起きないように窒素や水素雰囲気などが用いられる。

〈 の解答群 〉

ア 熱伝達

イ 熱伝導

ウ 熱放射

2) 電気加熱炉について

i) 燃焼加熱炉と比べて、一般的に次のような特徴がある。

- ① 燃焼加熱における「排ガスの持ち出す熱損失」に相当する損失熱がない。
- ② 急速加熱が可能である。
- ③ 温度制御が容易である。
- ④ 加熱時に高温が 。

ii) 電磁コイルを近傍設置し、被加熱物内に電流を発生させて加熱する 加熱では、加熱の目的に応じた適切な周波数の選定が大切である。例えば、鋼の表面焼入れには高周波の加熱が用いられる。

〈 及び の解答群 〉

ア アーク

イ プラズマ

ウ 誘導

エ 得やすい

オ 得にくい

iii) 抵抗加熱の場合、1000℃以上の高温域では、耐火物が を持つことがあるので注意が必要である。

＜ の解答群 ＞

ア スポーリング性

イ 絶縁性

ウ 導電性

(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明らかにし、分析検討することは重要である。

1) 炉に供給される入熱には、燃料の燃焼熱の他、被加熱物が持ち込む顕熱、酸化反応の生成熱等があり、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。

鋼材の連続式加熱炉の を考えると、主たる出熱は次の4項目である。

① の顕熱

② 排ガスの顕熱

③ 炉体の放散熱

④ 冷却水の持ち去る熱

＜ 及び の解答群 ＞

ア 酸化物

イ 抽出鋼材

ウ 燃料

エ 熱勘定

オ 熱効率

カ 熱量原単位

2) 1) で示した出熱に対する具体的な省エネルギー対策として、②排ガスの顕熱に関しては、 を使ってこの熱を燃焼用空気の予熱に利用する熱回収が挙げられ、③炉体の放散熱に関しては、断熱性能に優れた断熱材の使用が挙げられる。

＜ の解答群 ＞

ア エコノマイザ

イ レキュペレータ

ウ 過熱器

問題 17 は次の頁に続く

(3) 耐火物、断熱材及び保温材の種類や性質について示す。

1) 施工性の容易さから、近年、多くの炉で不定形耐火物が採用されるようになってきた。次の表は、いくつかの不定形耐火物の種類と特徴について示したものである。

表 不定形耐火物の種類と特徴

種類	使用方法	施工と特徴など
キャストブル	水などの液と 混練して使用	流し込みや振動流し込みで使用する。 不定形耐火物の約 40% を占める。
8		材料と水をあらかじめ混合して輸送して吹き付ける 湿式と、輸送後にノズルで水と混合する乾式がある。
コーティング材		ブラシ又はこてなどで耐火物表面に塗りつける。
9	そのまま使用	エアハンマで打ち込みつつ壁面を構築する。大型壁が 一体に成形できる。
圧入材		高炉など炉体と鉄皮との間にできた隙間にポンプ等を 用いて圧入する。

〈 8 及び 9 の解答群 〉

ア ガンニング材

イ ジルコニア

ウ スタックライニング

エ スポーリング

オ バックアップ

カ プラスチック

キ フルードイズベッド

- 2) セラミックファイバ断熱材において、微小な空隙部が分散している内部の伝熱機構は、空隙部での放射伝熱、空隙部での空気の 10 伝熱、ファイバの伝導伝熱の3要素からなっている。3要素を合わせた伝熱機構は、かさ密度と使用温度により最適値を有するので、使用条件に合った仕様のもを選定する必要がある。

＜ 10 の解答群 ＞

ア 対流 イ 伝導 ウ 放射

- 3) ロックウールは、けい酸質原料である 11 や玄武岩を主原料とした保温材であり、アルカリ金属の酸化物を含むグラスウールは 12 を原料とした保温材である。後者はアルカリを含むため、水蒸気中ではアルカリの溶出が起こり、強度が低下するので、低温配管以外には使用されない。

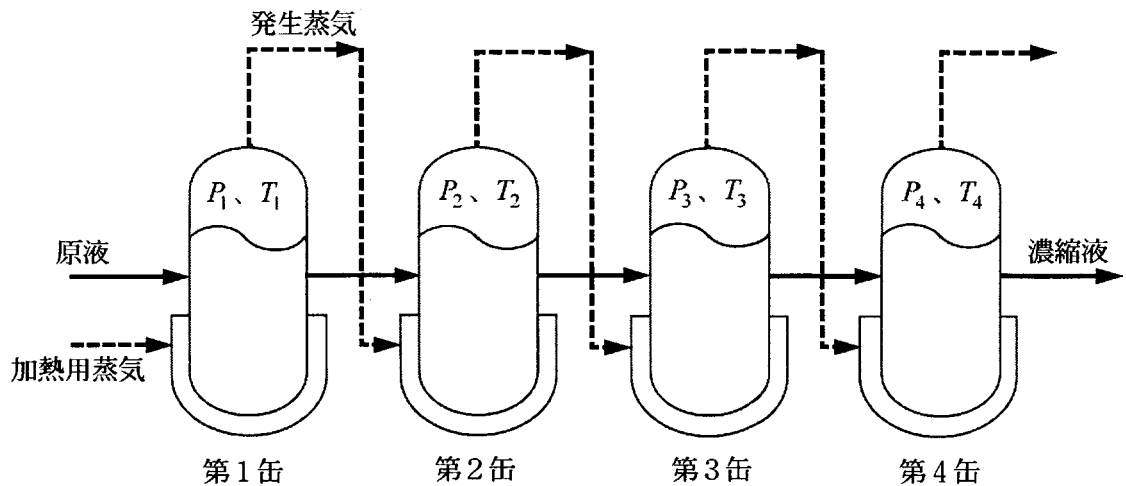
＜ 11 及び 12 の解答群 ＞

ア ムライト イ 安山岩 ウ ドロマイト エ ほうけい酸ガラス

(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 次の各文章及び図の 1 ~ 11 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) 図に示すような方式で蒸発操作を行う装置がある。ここで、 $P_1 \sim P_4$ は各蒸発缶の操作圧、 $T_1 \sim T_4$ は各蒸発缶の温度である。



図

- 1) 図に示す蒸発操作の方式は、1 法である。

〈 1 の解答群 〉

ア 蒸気圧縮 イ 多重効用 ウ 多段フラッシュ

- 2) この蒸発操作の方式を、各缶個別に蒸発させる方式と比較すると、使用する水蒸気の使用量は 2 である。

〈 2 の解答群 〉

ア 約 $\frac{1}{4}$ イ 約 $\frac{1}{2}$ ウ 同程度

3) この蒸発操作の方式の缶配列方法はいくつがあるが、図の缶の配列は 流である。

〈 の解答群 〉

ア 順

イ 逆

ウ 並

4) 第1缶の圧力 P_1 と第2缶の圧力 P_2 を比較すると である。

5) 第1缶の温度 T_1 と第2缶の温度 T_2 を比較すると である。

〈 及び の解答群 〉

ア $P_1 > P_2$

イ $P_1 < P_2$

ウ $P_1 = P_2$

エ $T_1 > T_2$

オ $T_1 < T_2$

カ $T_1 = T_2$

(2) 乾燥装置の各種方式について考える。

1) 液状又はスラリー状の被乾燥材料を、微粒化して加熱気流中に投入し、落下するまでの間に粉末状の製品を得る方式の乾燥機を 乾燥機という。

2) 粉粒状の被乾燥材料を金網や多孔板の上に乗せ、下から熱風を流し、材料を浮遊させながら乾燥させる方式の乾燥機を 乾燥機という。

3) 内部にかきあげ板を備えた傾斜回転円筒中に被乾燥材料を入れ、熱風と接触させながら乾燥させる方式の乾燥機を 乾燥機といい、向流式と並流式がある。

4) 金網又は多孔板のベルトコンベア上に被乾燥材料を置き、熱風と接触させて連続的に乾燥する方式の乾燥機を 乾燥機という。

5) 多量に水分を有した被乾燥材料を、一般的に、 -30°C 前後に冷却して氷にした後、低真空下で加熱し、氷を直接気化して乾燥させる方式の乾燥機を 乾燥機という。

6) 回転する加熱円筒外表面に、液状、ペースト状又は泥状の被乾燥材料を薄膜状に塗布し、回転円筒内の蒸気による熱によって乾燥させ、ナイフと呼ばれる剥ぎ取り機で剥ぎ取る方式の乾燥機を 乾燥機という。

< ～ の解答群 >

ア ドラム

イ ノズルジェット

ウ バンド

エ 回転

オ かくはん 攪拌

カ 気流

キ 赤外線

ク 凍結

ケ 噴霧

コ 流動層

(空 白)

(空 白)

(空 白)

1. 不正行為への対処について

次の行為は不正行為とみなす。不正行為者は試験会場から退出させ、全課目の試験結果を無効とするなど厳正に対処する。

- ①使用禁止の電卓、電子機器、通信機器等使用不可のものを使用する。(3. ①参照)
- ②使用不可のものを定められた場所以外に置く。(3. ②③参照)
- ③本、ノート、メモ等を見る。
- ④他の受験者と接触する。(他の受験者の答案を見る、会話をする、物品の貸し借りを行う)
- ⑤試験開始の合図の前に試験問題を見る。
- ⑥試験終了の合図にもかかわらず解答を続ける。

2. 試験中に使用可のもの

- ①試験中に使用してもよいものは以下のものとし、それらのみ机の上に置いておくことができる。
 - ・受験票(必ず置いておくこと)
 - ・筆記用具(HBの鉛筆、鉛筆削り、シャープペンシル、替え芯、プラスチック製消しゴム)
 - ・時計機能のみの時計
 - ・電卓1台(使用禁止ではないもの)
 - ・眼鏡、拡大鏡

3. 試験中に使用不可のもの

- ①試験中に使用してはならないものは以下のものとする。
 - ・携帯電話、スマートフォン、PC、タブレット端末、スマートウォッチ、電子ルーペ等の電子機器
 - ・その他、通信機能を有するすべての機器(スマートグラス、補聴器、小形通信機等)
 - ・使用禁止電卓(関数電卓、携帯電話などの電卓機能、数式等が記憶できる電卓、プログラム機能を有する電卓等)
- ②上記に示す使用不可の物は、試験中は鞆等にしまい、その口を閉め、簡単に取り出せないようにしておくこと。
- ③机の上だけでなく、机の棚板に置くこと、身に着けておくこと(ポケットに入れる、手に持つ等)、その他利用可能な状態になっている場合は不正行為とみなす。
- ④使用禁止のものが使用できないことによる事態には一切配慮しない。

● 試験問題解答上の注意

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. 、 … 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。
3. 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。
4. 問題の解答は、該当する解答群の字句等から正答を選択し、選択した字句等に付された「ア」、「イ」、「ウ」…の記号を答えるものとし、答案用紙(マークシート)の該当欄のその記号を正しく塗りつぶすこと。答案用紙に記載されている定められた方法で塗りつぶさないと採点されないことがあるので注意すること。
5. 数値計算の結果をもとに解答群から正答を選択する問題においては次の点に留意すること。
 - ① 数値計算においては、十分に大きい有効桁数を確保して正しく計算した値を「計算結果の値」とする。
 - ② 解答群中で「計算結果の値」に最も近い値を数値計算における唯一の正答とする。
 - ③ なお、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。