

受験番号	
------	--

構造
----

## 特級ボイラー技士免許試験問題 ボイラーの構造に関する知識

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

### 〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
  - (1) 試験問題は問1～問6です。
  - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
  - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
  - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しく答えた場合にのみ正答となります。
  - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
  - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
  - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。受験票は、次に受験する科目にお持ちください（受験科目がすべて終了した方はお持ち帰りください）。

問1 廃棄物焼却炉などに付設した廃熱ボイラー（ドラム運転圧力( $P$ )3.92MPa、飽和温度( $t_s$ )249.8℃、過熱器出口蒸気温度( $t_h$ )332℃)がある。このボイラーの過熱器は、廃ガス中の塩化物、硫化物などによる伝熱管の高温腐食が懸念されたため、耐食材料などの採用はもちろん、構造的にも見直しをし、当初廃ガスの流れに対して向流方式にて熱交換する計画であったが、並流方式でも比較検討することとした。以下の問に答えよ。

ただし、ボイラー過熱器の伝熱面形状は部分的にパネル式などの形状も含むため、平板壁とみなし得るものとし、蒸気量、廃ガス量は同一、過熱器の設置位置は両方式とも同じ廃ガス温度域とする。

また、管内外表面の付着スケール、ダストなどの汚れは無視するものとする。

検討の計算に際しては下記計画値によることとし、それぞれ本問で使用されている記号を用いた計算式を示し、答の端数処理はそれぞれの指示に従うこと。

なお、計算の過程において、下の「自然対数の真数と対数」表を使用し、その際、最も近い真数を用いること。

計画値表

項目	計画値
過熱器管群流入廃ガス温度( $T_1$ )	680 ℃
過熱器管群出口廃ガス温度( $T_2$ )	450 ℃
伝熱管厚さ( $\delta_w$ )	4.5 mm
伝熱管熱伝導率( $\lambda_w$ )	50 W/(m・K) (一定)
伝熱管管内熱伝達率( $\alpha_s$ )	2000 W/(m <sup>2</sup> ・K) (一定)
伝熱管外排ガス熱伝達率( $\alpha_g$ )	100 W/(m <sup>2</sup> ・K) (一定)

自然対数の真数と対数

真数	1.7383	2.1488	2.7981	2.9492	3.6458
対数	0.5529	0.7649	1.0289	1.0815	1.2936

- (1) この過熱器管の管外から管内の熱貫流率（熱通過率） $K$  [W/(m<sup>2</sup>・K)] を求めよ。（小数点以下第3位を四捨五入）
- (2) この過熱器の高温部（蒸気出口部）の管外表面温度を、向流方式の場合  $T_{sc}$  [℃]、並流方式の場合  $T_{sp}$  [℃] とし、それぞれについて求めよ。（小数点以下第2位を四捨五入）
- (3) この過熱器での、向流方式の伝熱面積  $A_c$  に比した並流方式での伝熱面積  $A_p$  の比  $\frac{A_p}{A_c}$  を求めよ。（小数点以下第4位を四捨五入）

問2 ボイラーに関する次の①～⑤の用語の意味する内容を簡潔に説明せよ。

- ① 湿り空気の相対湿度
- ② 蒸気の乾き度
- ③ 過熱蒸気
- ④ 入出熱法によるボイラー効率
- ⑤ 毎時換算蒸発量

問3 次の文中の□内に入る適切な語句、文、数値などを答えよ。

(1) ボイラー材料には炭素鋼や合金鋼が用いられる。炭素鋼の性質は、主として炭素量で左右され、炭素量を多く含む材料は、一般的に硬度、強度は□①し伸びは□②するが、溶接部は焼入れされて硬化し□③が発生しやすいため、ボイラーの溶接を行う部分の材料は炭素量を□④%以下とすることが定められている。また低炭素鋼では、高温環境に長時間さらされると、はじめは $Fe_3C$ として存在していた炭素が□⑤を形成して脆化<sup>ぜい</sup>するなどの材質変化をおこすことも多く、応力の存在によって促進され、温度の影響も著しい。これらの炭素鋼の諸性質を改良し、耐食性などの特殊な性質を与えるために、各種合金元素を適当量添加したものを合金鋼といい、合金元素量の大小により低合金鋼と高合金鋼に分けられる。低合金鋼で、合金元素□⑥はクリープ強度を増すうえで有効であり、合金元素□⑦は耐酸化性でクリープ強度を改善し、耐熱鋼にはほとんど必ず添加される。また、□⑧は強度とともに延性を増す特徴があり、その他、マンガン、けい素、バナジウムなども少量添加することもあるが、一般的に焼きが入りやすいので□⑨が悪く、予熱、焼鈍に注意する必要がある。合金元素の量を多くした高合金鋼では、金属組織も変わり、特殊な性質をもっているため、用途によって最適な鋼種を選定する必要がある。

(2) 自然循環式の水管ボイラーでは、ドラムと水管とで水の循環回路をつくるように構成される。蒸発水管と加熱されない水管とで水の循環回路を作ったボイラーでは、蒸発管では水は蒸気を発生して□⑩となり、□⑪が減少するため上昇流となり、非加熱管では水の下降流を生じて下降管となる。非加熱の下降管では管内の水の□⑪は一定であるため、管摩擦抵抗や管の入口や曲りなどの流動損失だけであるが、加熱される蒸発管では、それらの損失に加え、流れに沿って□⑪が減少し流速が増大することによる□⑫損失を生ずる。これら循環回路の全流動抵抗は、下降管と蒸発管内流体の□⑪の差による圧力差（循環力）によって生ずる流量とバランスする。熱負荷を増すと蒸発管内の蒸気割合が増加し□⑩の□⑪が減少するが、ある程度以上になると流速の増加による流動抵抗が著しく増大するため、実際の循環量は増加しなくなる。

(次ページに続く。)

(前ページから続く。)

実際のボイラーでは、確実な循環を維持し、水管の冷却を十分行わせるには蒸発管入口流速は少なくとも $\boxed{\text{⑬}}$  m/秒程度以上とされる。また、蒸気圧力の $\boxed{\text{⑭}}$  ボイラーでは、蒸気の $\boxed{\text{⑪}}$  が大きいため、その $\boxed{\text{⑩}}$  の $\boxed{\text{⑪}}$  は減少割合が少ないので循環力は低下しがちであり、上下ドラム間の高さを $\boxed{\text{⑮}}$  することや、降水管を完全に非加熱状態とするなどの構造の配慮が必要となる。

問4 ボイラーの材料、伝熱、構造などに関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 蒸気の熱を仕事に変換する場合は、過熱度の大きい高压の過熱蒸気を用いる方が有利であるが、蒸気を加熱用を使用する場合は、蒸発潜熱の大きい低压の飽和蒸気を用いる方が有利である。

B 過熱器のあるボイラーにおいて、伝熱面の配置を蒸発部と過熱部に分けると、高温高压ボイラーでは全吸収熱量のうち過熱器の割合が大きく、比較的圧力の低いボイラーでは蒸発部の占める割合が大きい。

C 鉄鋼材料が、繰返し荷重により繰返し応力が生じ、引張強さよりも低い応力で破壊することを材料の疲れという。繰返し応力がある値以下では破断しない。この限界の応力を材料の疲れ限度という。一般的な鉄鋼材料の疲れ限度は、引張強さの0.4～0.6程度である。

D 一般に鉄鋼材料は、高温である応力を長時間加えると、比較的小さな応力でも徐々に変形が進行し、ときには破断に至る現象を生ずる。この現象をクリープといい、炭素鋼では350℃以下であってもクリープの影響を考慮する必要がある。

E ボイラーの部分に温度差があると高温部は低温部より伸びようとするが、この伸びが拘束されるとそこに応力が生じ、この応力を熱応力という。この値は、炭素鋼では温度差4℃につき約1N/mm<sup>2</sup>程度である。

(1) A, C

(2) A, E

(3) B, C

(4) B, D

(5) D, E

問5 ボイラーの附属設備、附属装置、附属品などに関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A エコマイザや空気予熱器を設置することによって、排ガス温度を下げることで排ガス熱を回収し、ボイラー効率を改善させることができるが、エコマイザを設置する場合には、使用材料によって、燃料・燃焼排ガス性状や給水温度との関係でエコマイザ単独で改善できる効率には限界がある。

B 回転再生式空気予熱器は、鋼管形や板形の伝熱式空気予熱器に比べ、単位容積当たりの伝熱量が2～4倍大きくとれるので小型にできるが、空気の漏れが多くなるなどの欠点がある。

C 低温ガスもしくは低温空気、またはそれらの両方と接触する空気予熱器の低温部は、硫酸腐食や水蒸気露点の低pH凝縮水の腐食が懸念されるため、他の熱源を用いてもあらかじめ空気を予熱する蒸気式空気予熱器などを設置することは有効である。

D ブルドン管圧力計は、一般用、蒸気用、耐熱用、蒸気・耐振用などに区分されているが、蒸気用や耐熱用であれば使用温度が高いところでも使用できるので、ブルドン管に蒸気や高温の水が入っても差し支えない。

E 安全弁の入口側の圧力が増加して出口側で流体の微量な流出が検知される時の入口側の圧力を吹始め圧力といい、安全弁がポップングするときの入口側の圧力を吹出し圧力という。また、入口側の圧力が減少して弁体が弁座と再接触するとき(リフトが<sup>ゼロ</sup>0になったとき)の入口側の圧力を吹下り圧力という。

(1) A, C

(2) A, E

(3) B, C

(4) B, D

(5) D, E

問6 ボイラーの自動制御に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみを二つ選べ。

- A 自然循環式ボイラーにおけるドラム水位の逆応答は、ドラム内で気水分離がよく行われている構造のものではその現象の程度が少なくなり、高圧ボイラーに比べボイラー水中の蒸気の比体積の大きい低圧ボイラーほど逆応答の傾向は著しくなる。
- B ボイラーの圧力制御方式において、比率制御方式は蒸気圧力を検出してそれによって燃料量と空気量を同時に調節する方式であり、並列制御方式は蒸気圧力のほかに燃料量と空気量を検出してそれによって空燃比が適正な値となるよう燃料量と空気量を調節する方式である。
- C 過熱器蒸気温度の制御における制御量としては、注水式過熱低減器における注水量、過熱器を通過する燃焼ガスの一部をバイパスさせるときのバイパスガス量、ボイラー後部の低温ガスを火炉に再循環させるときの再循環ガス量、火炉の吸収熱を変えるとときのバーナ噴射角度などがある。
- D 効率良く燃焼を行わせるための空燃比の制御において、燃焼ガス成分組成が変わることを利用した、 $O_2$ を検出して制御システムに組み込む方法があるが、正確な制御が可能となる反面、試料採取の時間遅れや保守などの難点もある。最近ではジルコニア式 $O_2$ 計が一般的に使用される。
- E ガス燃焼火炎の検出に関しては、普通の火炎検出器で検出できる放射光の波長範囲内では、ガス燃焼の火炎は炉壁よりも放射光量が小さいため検出できないことから、炉壁からの放射光量が0ゼロ近くになる紫外線領域での検出を利用した紫外線光電管方式の火炎検出器を用いる。

(終り)



受験番号	
------	--

取扱
----

## 特級ボイラー技士免許試験問題 ボイラーの取扱いに関する知識

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

### 〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
  - (1) 試験問題は問1～問6です。
  - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
  - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
  - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しく答えた場合にのみ正答となります。
  - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
  - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
  - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。受験票は、次に受験する科目にお持ちください（受験科目がすべて終了した方はお持ち帰りください）。

問1 常用圧力1.5MPaで運転するボイラーで、軟化装置の硬度リークにより、りん酸三ナトリウム(Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)と水酸化ナトリウム(NaOH)の注入量を調整して運転しなければならない場合、次の問に答えよ。

ただし、給水中の全硬度は75mgCaCO<sub>3</sub>/Lで、そのうちカルシウム硬度は55mgCaCO<sub>3</sub>/Lとする。

なお、各物質の式量は以下の通りとする。

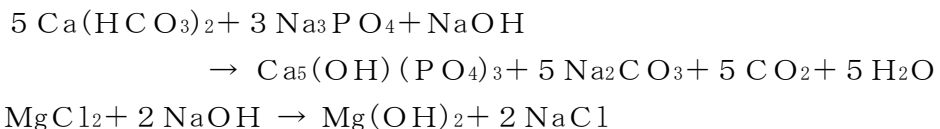
物質	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	CaCO <sub>3</sub>	NaOH	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
式量	40	24	100	40	164	95

答は、いずれも、計算式及び計算の過程を示し、計算結果は小数点以下第2位を四捨五入せよ。なお、計算式は、計算に用いる値を示す語句、及び、物質の分子量(式量)については当該物質の化学式を用いて表すこと。

(1) 給水中のカルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)濃度 [mgCa<sup>2+</sup>/L] 及びマグネシウムイオン(Mg<sup>2+</sup>)濃度 [mgMg<sup>2+</sup>/L] を求めよ。

(2) 給水1L中の硬度成分を浮遊性のスラッジにするのに必要なりん酸三ナトリウム(Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)の量 [mg/L] 及び水酸化ナトリウム(NaOH)の量 [mg/L] を求めよ。

ただし、カルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)、マグネシウムイオン(Mg<sup>2+</sup>)の硬度成分を浮遊性のスラッジにする、りん酸三ナトリウム(Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)、水酸化ナトリウム(NaOH)は次のように反応する。また、シリカ(SiO<sub>2</sub>)の含有量は無視するものとする。



(3) 給水量に対する連続ブロー率を20%とし、ボイラー水のpHを11.5に保持するのに、ボイラー水のりん酸イオン(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)濃度を30mgPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/L、水酸化ナトリウム(NaOH)濃度を140mgNaOH/Lに維持するものとする。この時、給水1L当たりのりん酸三ナトリウム(Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)の損失量 [mg/L] と水酸化ナトリウム(NaOH)の損失量 [mg/L] をそれぞれ求めよ。

問2 下表は、蒸気噴霧式バーナによる重油だきボイラーにおける不完全燃焼の原因の3つのケースと、それぞれのケースにおいて「何が（設備、機器や運転条件など）」、「どうなっているか（状態など）」を示したものである。

表中の①～⑬の空欄に当てはまる適切な語句、文などを答えよ。

不完全燃焼の原因のケース	何が（設備、機器や運転条件など）	どうなっているか（状態など）
(1) 油の噴霧粒子が大	①	損傷（摩耗、汚れ、付着、傷など）
	噴霧蒸気の圧力	②
	重油の圧力	③
	重油の加熱温度	④
	重油中の不純物	重油中にスラッジ、水分などが含まれている。
(2) 燃焼用空気量の不足	ファン	不具合、性能低下
	ダンパ（ベーン）	⑤
	風道	⑥
	⑦	狭隘（きょうあい）化
	空気予熱器	⑧
(3) 油の噴霧粒子と燃焼用空気の混合不良	燃焼制御装置	⑨
	バーナの取付位置	バーナの取付位置が不良、燃焼用空気出口との位置関係が不適正
	重油の噴霧角度又は燃焼用空気出口	⑩
	スタビライザ（保炎器）	⑪
	⑫	旋回力不適正、開度の不良
ウインドボックス（風箱）	⑬	

問3 ボイラーの事故、損傷及びその防止対策に関する次の文中の[ ]内に入る適切な語句又は数値を答えよ。

(1) ボイラー用炭素鋼鋼材は、一般に温度が上昇すると強度が低下する。通常 [ ] ① [ ] °C付近から強度は低下し始め、450°Cが使用限界とされている。使用温度が限界に達し、強度が著しく減少した状態を過熱という。

過熱の防止対策としては、次のことなどがある。

- ・ドラム水位を [ ] ② [ ] させない。
- ・適切な水管理を行い、伝熱面の内部に [ ] ③ [ ] をさせない。
- ・燃焼装置の機能を維持し、 [ ] ④ [ ] を局部的に集中させない。
- ・炉内及びガス通路を監視し、 [ ] ⑤ [ ] を早期に発見する。

(2) 内圧を受けている部分の材料が圧力に耐えられなくなり、裂けて開口部から蒸気やボイラー水が噴出することを [ ] ⑥ [ ] という。この原因には、割れの発生、 [ ] ⑦ [ ] による減肉、 [ ] ⑧ [ ] による材料の強度低下などがある。

[ ] ⑥ [ ] の防止対策としては、次のことなどがある。

- ・板厚及び [ ] ⑨ [ ] の測定を行い、肉厚減少を早期に発見する。
- ・管の表面に [ ] ⑩ [ ] がないかを目視によって調べる。

(3) ボイラーの低水位事故の防止対策としては、次のことなどがある。

- ・ボイラーには自動的に給水量を調節できる [ ] ⑪ [ ] を設ける。
- ・低水位になったときには自動的に作動する [ ] ⑫ [ ] や [ ] ⑬ [ ] を設ける。また、これらに用いる [ ] ⑭ [ ] には方式の異なるものを2個以上設ける。
- ・ [ ] ⑬ [ ] が作動し、運転が停止したときは、その原因を除いたうえで [ ] ⑮ [ ] ののち再起動する。

問4 過熱器、エコノマイザ、空気予熱器に関する次のAからEまで記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 対流形過熱器では、一定の負荷で空気過剰率を徐々に増加すると、過熱蒸気温度は低下する。
- B 昇圧中の過熱器の焼損を防止するため、管内のドレンが抜き出せる構造でも、ドレンが抜き出せない構造でも、ドレン弁を開けて発生した蒸気を十分時間をかけて外部に逃す。
- C エコノマイザや空気予熱器の低温腐食を抑制するため、燃焼空気の過剰率を増して、 $\text{SO}_3$ 濃度を下げる。
- D 空気予熱器の低温腐食防止には、空気予熱器の空気入口側に蒸気式空気予熱器を設けたり、空気の一部をバイパスして、空気入口側の伝熱面温度を高める方法がある。
- E バーナが複数段あり、低負荷で蒸気温度が低い場合、過熱器の焼損を留意して上段のバーナの燃焼量を増すと、過熱蒸気温度を上げることができる。

- (1) A, C
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) D, E

問5 ボイラーの水管理に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 炭酸水素イオン( $\text{HCO}_3^-$ )などの炭酸塩としてのカルシウムイオン( $\text{Ca}^{2+}$ )、マグネシウムイオン( $\text{Mg}^{2+}$ )は水を沸騰すると沈殿物を生成する。

B 給水加熱器の銅合金は、アンモニア共存下で腐食しない。

C 水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )は、シリカ( $\text{SiO}_2$ )を水溶性のメタけい酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )にする。

D 高圧ボイラーで、水中の $\text{Na}^+/\text{PO}_4^{3-}$ のモル比を2.8にするには、りん酸三ナトリウム( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ )を60%、りん酸水素二ナトリウム( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ )を40%注入すればよい。

E 純粋な水では、温度が上昇すると、pHが低くなり、電気伝導率は高くなる。

(1) A, C

(2) A, E

(3) B, C

(4) B, D

(5) D, E

問6 ボイラーの運転中の異常の原因に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみを二つ選べ。

- A 異常な臭気の原因の一つには、低水位により本体、保温材などが焼けていることがある。
- B 燃焼中に火炎が赤いのは、空気過剰であるので、燃焼用空気を少なくする。
- C 空気予熱器の異常な高温は、すすなどの二次燃焼が原因のこともある。
- D 局所的な蒸気の立ち上がり又は煙突から出る異常な白煙は、ボイラーからの漏れによる場合が多い。
- E 少量の蒸気の漏れがあっても、煙突から出る煙の色によって、容易に確認することができる。

(終り)

受験番号	
------	--

燃料
----

## 特級ボイラー技士免許試験問題 燃料及び燃焼に関する知識

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

### 〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
  - (1) 試験問題は問1～問6です。
  - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
  - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
  - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しく答えた場合にのみ正答となります。
  - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
  - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
  - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。受験票は、次に受験する科目にお持ちください（受験科目がすべて終了した方はお持ち帰りください）。



問1 A重油を燃料とする50t/hボイラー(燃料消費量 $F_c=3500\text{kg/h}$ )の燃焼に関し、次の間に答えよ。

ただし、A重油の元素分析値は、質量比で炭素 $c=0.875$ 、水素 $h=0.120$ 、硫黄 $s=0.005$ である。

また、燃焼用空気は体積比で $\text{O}_2$ が21%、 $\text{N}_2$ が79%で、燃料は完全燃焼するものとし、気体の体積は標準状態( $0^\circ\text{C}$ 、 $101.325\text{kPa}$ )に換算した値とする。

(1) このA重油の各元素成分ごとにその燃焼反応式を示せ。

(2) この燃料を空気比 $m=1.1$ で燃焼させる場合、次の①～⑤の値を求めよ。

答は、本問で使用している記号を用いた計算式及び計算の過程を示し、結果は①～④は小数点以下第3位を四捨五入し、⑤については、小数点以下第1位を四捨五入せよ。

① 理論空気量 $A_o$  [ $\text{m}^3/\text{kg}$ (燃料)]

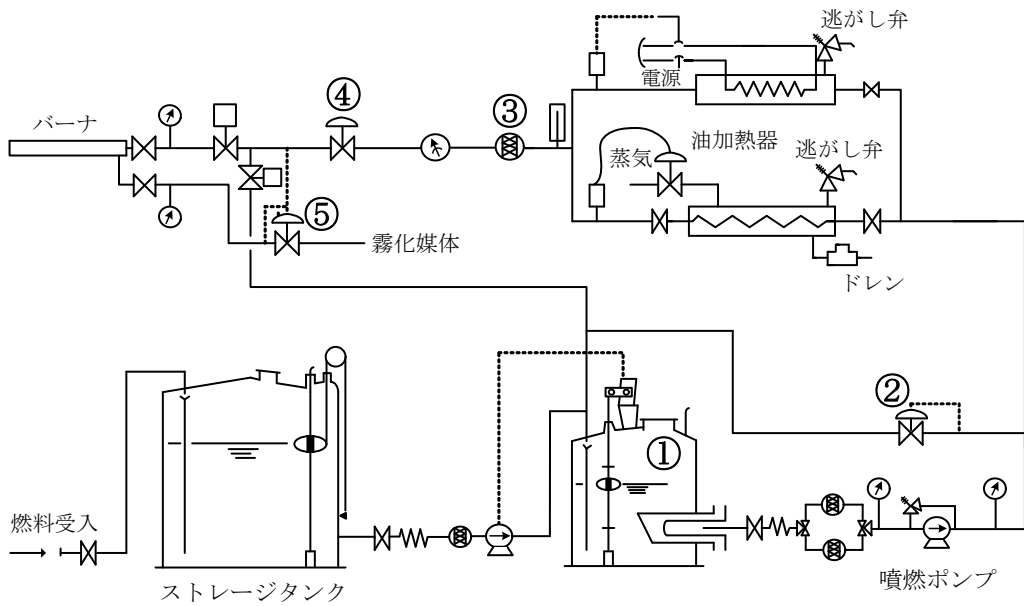
② 理論乾き燃焼ガス量 $V_{do}$  [ $\text{m}^3/\text{kg}$ (燃料)]

③ 実際の乾き燃焼ガス量 $V_d$  [ $\text{m}^3/\text{kg}$ (燃料)]

④ 実際の湿り燃焼ガス量 $V_w$  [ $\text{m}^3/\text{kg}$ (燃料)]

⑤ 50t/hボイラーから1時間に発生する $\text{CO}_2$ 量 [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

問2 次の図は、燃料油供給装置の構成を示す図である。系统中的の①～⑤の機器の名称と機能を説明せよ。



問3 油<sup>だ</sup>焚きボイラーのバーナに関する次の記述について、文中の[ ]内に入る適切な語句を答えよ。

- (1) アトマイザは燃料油を霧状に[ ① ]して、バーナ中心から炉内に向けて[ ② ]状に噴射する装置である。
- (2) スタビライザ(保炎器)は燃料噴流と空気の初期混合部で空気に[ ③ ]を与えて燃料噴流との接触を早めて[ ④ ]を確実にし、[ ⑤ ]の安定を図るものである。
- (3) バーナタイルは燃料と空気を炉内に噴射する炉壁に設けた開口部を構成する耐火物であり、これにより[ ⑤ ]の[ ⑥ ]が保たれ、またその[ ⑦ ]によって[ ④ ]を確実にし、[ ⑤ ]の安定化が図られる。
- (4) 高圧気流噴霧式油バーナは、大きな噴射エネルギーを持つ高圧の[ ⑧ ]または[ ⑨ ]などを[ ⑩ ]として燃料油を[ ① ]するもので、霧化特性が良いことから、油種も灯油からタールまで広い範囲で利用できる。[ ⑪ ]も1から1/5~1/10と大きく、燃料噴流の運動量が大きいため、周囲の空気流を取り込む[ ⑫ ]作用によって優れた燃焼性を発揮する。
- (5) 高圧気流噴霧式には、その霧化の方法によって、[ ⑬ ]、[ ⑭ ]、[ ⑮ ]等がある。[ ⑬ ]は、アトマイザの出口で燃料噴流に高速の[ ⑩ ]を衝突させて[ ① ]するものである。[ ⑮ ]は、アトマイザ内の混合室内で燃料油と[ ⑩ ]を乳化状に混合して先端の噴射孔から噴射するものである。その霧化原理は、混合室内の乳化燃料が噴射孔より噴射する際に気泡核を油滴が覆った形となり、噴射直後に気泡核が急膨張して油膜を破裂し、微細な粒子に分裂するものと見られている。[ ⑬ ]と[ ⑮ ]の間に[ ⑭ ]があるがこれはノズルの形状がY字状であることからYジェット形とも呼ばれている。

問4 気体燃料の燃焼装置に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 高圧誘導形の完全予混合型ガスバーナは、ボイラーでは点火バーナとして広く用いられていて、火炎を保護するようにリテンションリングがあり、火炎の安定範囲が広い。
- B 拡散形ガスバーナの一つであるセンタファイア形ガスバーナは、燃料管の端部に複数のガス噴射孔のあるもので重油などの液体燃料と混焼が可能なため、小形から中形のボイラーに多く用いられる。
- C 拡散形ガスバーナの一つである、スパッド(マルチランス)形ガスバーナは、ガス噴射圧により空気との混合を良くし、比較的容量の大きなボイラーに用いられている。
- D バーナのエアレジスタには、角度可変の案内羽根を用いた軸流式と、軸方向に直進する空気流に対し先端に設けたスワラによって旋回が与えられる半径流式と、バーナタイルに空気ノズルを数個設け空気流を噴出するバッフル式がある。
- E 都市ガスをボイラーで燃焼する場合、ガスの供給は中圧ストレート供給となるが、保安上、緊急ガス遮断装置、ガバナ室・メータ室等の換気設備、ガス漏れ警報装置、電気設備の防爆化等の保安措置を施すことが望ましい。

- (1) A, C
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) D, E

問5 ボイラーの燃焼室等に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 固体燃料の微粉炭燃焼、液体燃料の噴霧燃焼は、燃焼室に供給する空気流の中に燃料を吹き込み、拡散燃焼するものである。
- B 石炭燃焼ボイラーでは、過熱器管などへの燃焼灰付着を防ぐため、燃焼室出口ガス温度を燃焼灰の熔融温度以下にする必要がある。
- C 同じ燃料で容量の異なる基本構造が同じ2基のボイラーを比較すると、放射伝熱面負荷はボイラー容量にほぼ比例するが、燃焼室熱負荷はボイラー容量の2/3乗に比例する。
- D 燃焼室の燃焼能力を示す燃焼室熱負荷は、燃料の発生熱量を燃焼室容積で割ったものである。
- E 燃焼室の寸法決定には、燃焼が完結することと、燃焼室出口ガス温度を適切に選ぶことが重要であり、このガス温度は主として燃焼室熱負荷によって決まる。

- (1) A, C
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) D, E

問6 環境保全に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみを二つ選べ。

- A 地球温暖化防止の観点から、CO<sub>2</sub>の排出を減らすため、CO<sub>2</sub>を発生しないバイオマス燃料の利用が推奨されている。
- B NO<sub>x</sub>は燃料中のN分に起因するフューエルNO<sub>x</sub>と、空気中のN<sub>2</sub>に起因するサーマルNO<sub>x</sub>があり、フューエルNO<sub>x</sub>は燃料中のN化合物が多いほど大きくなり、また、両者とも①燃焼温度が高い、②高温域の滞留時間が長い、③燃焼域でのO<sub>2</sub>濃度が高い等の条件で発生量が大きくなる。
- C すずは微細な炭素粒子で、硫黄酸化物の多い排ガス中で酸露点以下の温度になると生成した硫酸ガスが凝縮して、互いに集合結集し、直径数mmのアシッドスマットとなる。
- D ごみの焼却炉では、塩化ビニルなどの石油化学製品を含むごみを燃焼するとダイオキシンが発生するが、600℃以上の高温で一定の滞留時間を持たせて燃焼させることで熱分解する。
- E 流動層燃焼方式は、炉内脱硫が可能であることが大きな特徴であり、層内に燃料と生石灰を供給することで脱硫が行われる。

(終り)

受験番号	
------	--

法令
----

## 特級ボイラー技士免許試験問題 関係法令

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

### 〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
  - (1) 試験問題は問1～問6です。
  - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
  - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
  - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しく答えた場合にのみ正答となります。
  - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
  - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
  - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。受験票は、お持ち帰りください。

問1 最高使用圧力  $P=0.9\text{MPa}$  のボイラーで、下図のように、平板（平鏡板）が規則的に配置された棒ステーによって支えられている場合について、以下の間に答えよ。

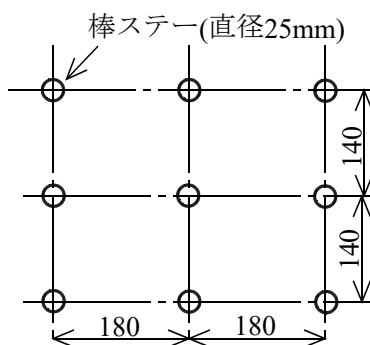
ただし、この場合の棒ステーは、直径25mmで全長にわたり均一の径とし、これら棒ステーは平板に長方形に配置され、その相隣り合うステー中心間の距離は、水平方向が180mm、垂直方向が140mmとする。

なお、円周率は3.14とする。

また、値（ $\chi$ ）とその平方根については次表を使用してもよい。

$\chi$	0.9	2.2	3	66
$\sqrt{\chi}$	0.9487	1.483	1.732	8.124

答は、本問で使用している記号及び値を用いた計算式並びに計算の過程を示し、答えの端数処理は各問の指示に従うこと。



- (1) 1本の棒ステーが支える荷重  $W$  [N] を求めよ(答は小数点以下第1位を切り上げ)。
- (2) 棒ステーの許容引張応力  $\sigma_a$  を  $66\text{N/mm}^2$  とした場合、この棒ステーに最高使用圧力が負荷したときにかかる引張応力  $\sigma_p$  [ $\text{N/mm}^2$ ] (答は小数点以下第2位を切り上げ) を求め、当該棒ステーが使用可能か否か判定せよ。
- (3) 平板の最小厚さ  $t$  [mm] (答は小数点以下第2位を切り上げ) を求め、平板の厚さを12mmにした場合、当該平板が使用可能か否か判定せよ。

なお、規則的に配置されたステーによって支えられた平板の最小厚さ  $t$  [mm] は、次の式で与えられるものとする。

$$t = \rho_m \sqrt{\frac{P}{C \sigma_a}} + \alpha$$

$\rho_m$ : ステーの水平及び垂直方向の中心線間の距離の平均値 [mm]

$C$ : 定数で2.2とする。

$\alpha$ : 付け代で0mmとする。



問2 鋼製ボイラーの自動制御装置のひとつに燃焼安全装置があるが、これを鋼製ボイラーに設けなければならないとき、法令で定められている燃焼安全装置に必要とされる機能を4つ挙げよ。

問3 事業者が行わなければならないボイラー室の管理及び付属品の管理等に関する次の記述について、文中の[ ]内に入る適切な語句を答えよ。

- (1) ボイラー室その他のボイラー設置場所には、[ ① ]以外の者がみだりに立ち入ることを[ ② ]し、かつ、その旨を見やすい箇所に[ ③ ]すること。
- (2) ボイラー室には、必要がある場合のほか、[ ④ ]を持ち込ませないこと。
- (3) ボイラー検査証並びにボイラー取扱作業主任者の[ ⑤ ]及び[ ⑥ ]をボイラー室その他のボイラー設置場所の見やすい箇所に[ ③ ]すること。
- (4) 移動式ボイラーにあつては、ボイラー検査証又はその写しを[ ⑦ ]に所持させること。
- (5) 燃焼室、煙道等のれんがに[ ⑧ ]が生じ、又はボイラーとれんが積みとの間に[ ⑨ ]が生じたときは、すみやかに[ ⑩ ]すること。
- (6) ボイラー室には、水面計の[ ⑪ ]、[ ⑫ ]その他の必要な予備品及び[ ⑬ ]を備えておくこと。
- (7) 圧力計又は水高計は、使用中その機能を害するような[ ⑭ ]を受けることがないようにし、かつ、その内部が[ ⑮ ]し、又は80度以上の温度にならない措置を講ずること。

問4 ボイラーの安全弁又は逃がし弁に関する次のAからEまでの記述のうち、法令上、規定されていないものみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 事業者は、ボイラー取扱作業主任者に、安全弁の機能の保持に努めさせなければならない。
- B 事業者は、ボイラーの安全弁を最高使用圧力以下で作動するように調整しなければならない。
- C 鋼製の蒸気ボイラーには、伝熱面積50平方メートル以下のものを除いて、内部の圧力を最高使用圧力以下に保持することができる安全弁を2個以上備えなければならない。
- D 水の温度が120度を超える温水ボイラーには、内部の圧力が最高使用圧力に達すると直ちに作動し、かつ、内部の圧力を最高使用圧力以下に保持することができる逃がし弁を備えなければならない。
- E 事業者は、過熱器用安全弁を、胴の安全弁より後に作動するように調整しなければならない。

- (1) A, C
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) D, E

問5 次のAからEまでの記述のうち、法令上、規定されていないもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 事業者は、小型ボイラーの破裂の事故が発生したときは、遅滞なく、所定の様式による報告書を所轄労働基準監督署長に提出しなければならない。

B 所轄都道府県労働局長は、使用再開検査のために必要があるときは、ボイラーの被覆物の全部を取り除くことができる。

C 溶接検査を受ける者は、機械的試験の試験結果を作成しておかなければならない。

D 登録製造時等検査機関は、溶接検査に合格したボイラーに、所定の様式による刻印を押し、そのボイラー溶接明細書を申請者に交付する。

E 事業者は、ボイラーの使用を廃止したときは、遅滞なく、ボイラー検査証を所轄労働基準監督署長に返還しなければならない。

(1) A, C

(2) A, E

(3) B, C

(4) B, D

(5) D, E

問6 鋼製ボイラーの自動給水調整装置、給水装置等に関する次のAからEまでの記述のうち、法令上、規定されていないもののみを二つ選べ。

- A 自動給水調整装置は、蒸気ボイラーごとに、設けなければならない。ただし、近接した2以上の蒸気ボイラーを結合して使用する場合には、共通のものとして設けることができる。
- B 貫流ボイラーを除く蒸気ボイラーであって、燃料の性質又は燃焼装置の構造により、緊急遮断が不可能なものは、低水位燃料遮断装置に代えて低水位警報装置を設けることができる。
- C 燃料の供給を遮断してもなお当該ボイラーへの熱供給が続く蒸気ボイラーであって、給水装置を2個備えたものについては、それぞれ別の動力により運転できるものでなければならない。
- D 給水装置の給水管には、蒸気ボイラーの近接した位置に、給水弁及び逆止め弁を取り付けなければならない。ただし、貫流ボイラー及び最高使用圧力0.1MPa未満の蒸気ボイラーにあっては、給水弁のみとすることができる。
- E 給水内管は、スケールその他の沈殿物がたまらない構造とし、かつ、安全上必要な強度を有するものでなければならない。

(終り)

## 特級ボイラー技士免許試験

ボイラーの**構造**に関する知識 正答・正答例

## 問 1 (正答例)

(1)

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_s} + \frac{\delta_w \times 10^{-3}}{\lambda_w} + \frac{1}{\alpha_g} = \frac{1}{2000} + \frac{0.0045}{50} + \frac{1}{100} = 0.01059$$

$$K = \frac{1}{0.01059} = 94.428 \doteq 94.43 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(2) 向流方式、並流方式の如何にかかわらず廃ガスから管外表面への熱伝達量と、管内過熱蒸気への熱（貫流）伝達量は同一であり

$$\alpha_g (T_1 - T_{sc}) = K (T_1 - t_h)$$

$$\alpha_g (T_2 - T_{sp}) = K (T_2 - t_h)$$

が成り立つ。従って

$$T_{sc} = T_1 - \frac{K}{\alpha_g} \times (T_1 - t_h) = 680 - \frac{94.428}{100} \times (680 - 332) = 351.4^\circ\text{C}$$

$$T_{sp} = T_2 - \frac{K}{\alpha_g} \times (T_2 - t_h) = 450 - \frac{94.428}{100} \times (450 - 332) = 338.6^\circ\text{C}$$

(3) 向流方式、並流方式とも過熱蒸気を受熱量は同じであることから、それぞれの対数平均温度差を、 $\Delta t_{mc}$ 、 $\Delta t_{mp}$  とすると

$$K \times A_c \times \Delta t_{mc} = K \times A_p \times \Delta t_{mp}$$

が成り立つ。

ここで

$$\Delta t_{mc} = \frac{(T_1 - t_h) - (T_2 - t_s)}{\ln \frac{T_1 - t_h}{T_2 - t_s}} = \frac{(680 - 332) - (450 - 249.8)}{\ln \frac{680 - 332}{450 - 249.8}} = \frac{147.8}{\ln 1.7383} = 267.3^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{mp} = \frac{(T_1 - t_s) - (T_2 - t_h)}{\ln \frac{T_1 - t_s}{T_2 - t_h}} = \frac{(680 - 249.8) - (450 - 332)}{\ln \frac{680 - 249.8}{450 - 332}} = \frac{312.2}{\ln 3.6458} = 241.3^\circ\text{C}$$

従って

$$\frac{A_p}{A_c} = \frac{\Delta t_{mc}}{\Delta t_{mp}} = \frac{267.3}{241.3} = 1.108$$

## 問 2 (正答例)

	項 目	説 明
①	湿り空気の相対湿度	ある温度の湿り空気中の水蒸気分圧と、その温度における水蒸気の飽和圧力との比
②	蒸気の乾き度	湿り蒸気中の飽和蒸気の質量割合
③	過熱蒸気	飽和温度以上の温度に加熱された蒸気
④	入出熱法による ボイラー効率	燃料及び燃焼空気側において、発生及び加えられた熱量のうち、実際にボイラーにおいて（水または蒸気において）吸収された熱量の比率
⑤	毎時換算蒸発量	100℃の飽和水から100℃の乾き飽和蒸気に蒸発することを基準蒸発として、実際の蒸発量を基準蒸発量に換算した蒸発量

問 3 (正答例)

- (1) ① 上昇                      ② 減少                      ③ 割れ
- ④ 0.35                      ⑤ 黒鉛粒子                ⑥ モリブデン
- ⑦ クロム                      ⑧ ニッケル                ⑨ 溶接性
- 
- (2) ⑩ 気水混合物                ⑪ 密度
- ⑫ 加速                      ⑬ 0.3
- ⑭ 高い                      ⑮ 大きく

問 4 答 (5)

問 5 答 (5)

問 6 答 B, C (順不同)



特級ボイラー技士免許試験  
ボイラーの**取扱**いに関する知識 正答・正答例

## 問 1 (正答例)

(1)

Ca濃度 [mgCa<sup>2+</sup>/L]

$$\text{Ca硬度} \times \frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{CaCO}_3} = 55 \times \frac{40}{100} = 22.00 \rightarrow 22.0\text{mgCa}^{2+}/\text{L}$$

Mg濃度 [mgMg<sup>2+</sup>/L]

$$\text{Mg硬度} \times \frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{CaCO}_3} = (75 - 55) \times \frac{24}{100} = 4.80 \rightarrow 4.8\text{mgMg}^{2+}/\text{L}$$

(2)

(イ) Ca硬度に対するNa<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>量 [mg/L]

$$\text{Ca濃度} \times \frac{3 \times \text{Na}_3\text{PO}_4}{5 \times \text{Ca}} = 22 \times \frac{3 \times 164}{5 \times 40} = 54.12 \rightarrow 54.1\text{mg/L}$$

(ロ) NaOH量 [mg/L]

(a) Ca硬度に対するNaOH量 [mg/L]

$$\text{Ca濃度} \times \frac{\text{NaOH}}{5 \times \text{Ca}} = 22 \times \frac{40}{5 \times 40} = 4.40$$

(b) Mg硬度に対するNaOH量 [mg/L]

$$\text{Mg濃度} \times \frac{2 \times \text{NaOH}}{\text{Mg}} = 4.8 \times \frac{2 \times 40}{24} = 16.00$$

(c) Ca硬度とMg硬度に対するNaOH量 [mg/L]

$$\text{Ca硬度に対するNaOH量} + \text{Mg硬度に対するNaOH量} = 4.40 + 16.00 = 20.40 \rightarrow 20.4\text{mg/L}$$

(3)

Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>の損失量 [mg]

$$\frac{\text{給水のブロー率}}{100} \times \text{ボイラー水のPO}_4^{3-}\text{濃度} \times \frac{\text{Na}_3\text{PO}_4}{\text{PO}_4^{3-}} = \frac{20}{100} \times 30 \times \frac{164}{95} = 10.35 \rightarrow 10.4\text{mg/L}$$

NaOHの損失量 [mg]

$$\frac{\text{給水のブロー率}}{100} \times \text{ボイラー水のNaOH濃度} = \frac{20}{100} \times 140 = 28.00 \rightarrow 28.0\text{mg/L}$$

問 2 (正答例)

不完全燃焼の原因のケース	何が(設備、機器や運転条件など)	どうなっているか(状態など)
(1) 油の噴霧粒子が大	①バーナチップ(の噴霧穴)	損傷(摩耗、汚れ、付着、傷など)
	噴霧蒸気の圧力	②低下
	重油の圧力	③低下
	重油の加熱温度	④加熱温度が不足(低い)して粘度が上昇
	重油中の不純物	重油中にスラッジ、水分などが含まれている。
(2) 燃焼用空気量の不足	ファン	不具合、性能低下
	ダンパ(ベーン)	⑤開度の不具合(作動不良、開度の不足など)
	風道	⑥欠陥(穴あき、変形等)による燃焼空気の漏洩
	⑦ガス通路(煙道)	狭隘(きょうあい)化
	空気予熱器	⑧ガス側への空気リーク増加
	燃焼制御装置	⑨空燃比の調整不良、又は、負荷変動時の重油量と空気量の増減順序の逆動作
(3) 油の噴霧粒子と燃焼用空気の混合不良	バーナの取付位置	バーナの取付位置が不良、燃焼用空気出口との位置関係が不適正
	重油の噴霧角度又は燃焼用空気出口	⑩偏心
	スタビライザ(保炎器)	⑪変形、脱落又は取付け位置の不良などの不具合
	⑫エアレジスタ	旋回力不適正、開度の不良
	ウインドボックス(風箱)	⑬変形による空気(供給)量のアンバランス

問 3 (正答例)

- |             |           |          |
|-------------|-----------|----------|
| ① 350       | ② 異常低下    | ③ スケール付着 |
| ④ 火炎        | ⑤ 燃焼ガスの偏流 | ⑥ 破裂     |
| ⑦ 腐食        | ⑧ 材質の劣化   | ⑨ 管径     |
| ⑩ 変色        | ⑪ 水位制御装置  | ⑫ 警報装置   |
| ⑬ 燃料(焼)遮断装置 | ⑭ 水位検出器   | ⑮ 手動復帰   |

問 4 答 (1)

問 5 答 (4)

問 6 答 B, E (順不同)

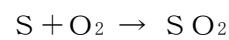
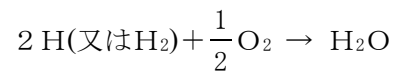
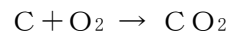
## 特級ボイラー技士免許試験

## 燃料及び燃焼に関する知識 正答・正答例

## 問 1 (正答例)

(1)

燃焼反応式



(2)

① 理論空気量  $A_o$  [ $m^3/kg$ (燃料)]

$$\begin{aligned} A_o &= \frac{1}{0.21} \left( \frac{22.4}{12} c + \frac{22.4}{4} h + \frac{22.4}{32} s \right) \\ &= \frac{1}{0.21} \left( \frac{22.4}{12} \times 0.875 + \frac{22.4}{4} \times 0.120 + \frac{22.4}{32} \times 0.005 \right) = 10.994 \doteq 10.99 \text{ m}^3/\text{kg}(\text{燃料}) \end{aligned}$$

② 理論乾き燃焼ガス量  $V_{d0}$  [ $m^3/kg$ (燃料)]

$$\begin{aligned} V_{d0} &= 0.79A_o + \frac{22.4}{12} c + \frac{22.4}{32} s \\ &= 0.79 \times 10.994 + \frac{22.4}{12} \times 0.875 + \frac{22.4}{32} \times 0.005 = 10.322 \doteq 10.32 \text{ m}^3/\text{kg}(\text{燃料}) \end{aligned}$$

③ 実際の乾き燃焼ガス量  $V_d$  [ $m^3/kg$ (燃料)]

$$\begin{aligned} V_d &= V_{d0} + (m-1)A_o \\ &= 10.322 + (1.1-1) \times 10.994 = 11.421 \doteq 11.42 \text{ m}^3/\text{kg}(\text{燃料}) \end{aligned}$$

④ 実際の湿り燃焼ガス量  $V_w$  [ $m^3/kg$ (燃料)]

$$\begin{aligned} V_w &= V_d + \frac{22.4}{2} h \\ &= 11.421 + \frac{22.4}{2} \times 0.120 = 12.765 \doteq 12.77 \text{ m}^3/\text{kg}(\text{燃料}) \end{aligned}$$

⑤ 50 t/h ボイラーから 1 時間に発生する  $CO_2$  量 [ $m^3/h$ ]

$$\begin{aligned} CO_2 \text{量} &= \frac{22.4}{12} c \times F_c \\ &= \frac{22.4}{12} \times 0.875 \times 3500 = 5716.6 \doteq 5717 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

## 問 2 (正答例)

番号	機器の名称	機能の説明
①	サービスタンク	燃焼設備に供給する燃料油を定格油量の2時間分程度をためておくほか、噴燃ポンプに必要な油粘度に保つよう燃料油を加熱する。
②	圧力調節弁	バーナに供給する燃料油量が負荷に応じて変動するため、戻り油量を調節して、燃料調節弁入口圧力を一定に保つ。
③	吐出側ストレーナ	流量計、調節弁、遮断弁、およびアトマイザの目詰まりを防止する。
④	油量調節弁	バーナに供給する燃料油量を負荷に応じて調節する。
⑤	差圧調節弁	霧化媒体の圧力を調整し、燃料油と霧化媒体の圧力差を適正に保つ。

問 3 (正答例)

(1) ① 微粒化      ② 円すい

(2) ③ 旋回流(渦流)      ④ 着火      ⑤ 火炎

(3) ⑥ 直進性      ⑦ 放射熱

(4) ⑧ 空気      ⑨ 蒸気      ( ⑧と⑨は入れ替わり可 )

⑩ 霧化媒体      ⑪ 油量調節範囲      ⑫ 吸引

(5) ⑬ 外部混合形      ⑭ 中間混合形      ⑮ 内部混合形

問 4 答 (4)

問 5 答 (5)

問 6 答 A, D ( 順不同 )

特級ボイラー技士免許試験  
関係 **法令** 正答・正答例

## 問 1 (正答例)

(1)

1本の棒ステーが支える荷重は

①ステーが受け持つとみなされる面積  $A$ は、

$$A = 180 \times 140 = 25200 \text{mm}^2$$

②ステーが占める面積  $A_s$ は

$$A_s = \frac{\text{円周率} \times \text{直径}^2}{4} = \frac{3.14 \times 25^2}{4} = 490.6 \text{mm}^2$$

③よって、ステーの支える荷重  $W$ は

$$W = P \times (A - A_s) = 0.9(25200 - 490.6) = 22238.46 \rightarrow 22239 \text{N}$$

(2)

$$\text{棒ステーにかかる引張応力 } \sigma_p = \frac{W}{A_s} = \frac{22239}{490.6} = 45.33 \rightarrow 45.4 \text{N/mm}^2$$

この値は、棒ステーの許容引張応力  $\sigma_a = 66 \text{N/mm}^2$  より小さいので、この棒ステーは使用可能。

(3)

$$r_m = \frac{180 + 140}{2} = 160 \text{mm}$$

$$\text{最小厚さ } t = r_m \sqrt{\frac{P}{C \sigma_a}} = 160 \times \sqrt{\frac{0.9}{2.2 \times 66}} = 12.59 \rightarrow 12.6 \text{mm}$$

平板の厚さ12mmは最小厚さ  $t = 12.6 \text{mm}$  より薄く使用不可。

## 問 2 (正答例)

(1) 作動用動力源が断たれた場合に直ちに燃料の供給を遮断するものであること。

(2) 遮断用動力源が断たれている場合及び復帰した場合に自動的に遮断が解除されるものでないこと。

(3) 自動的に点火することができる鋼製ボイラーに用いる燃焼安全装置は、故障その他の原因で点火することができない場合又は点火しても火炎を検出することができない場合には、燃料の供給を自動的に遮断するものであって、手動による操作をしない限り再起動できないものであること。

(4) 燃焼安全装置に、燃焼に先立ち火炎検出機構の故障その他の原因による火炎の誤検出がある場合には、当該燃焼安全装置は燃焼を開始させない機能を有するものでなければならない。

問 3 (正答例)

- (1) ① 関係者                      ② 禁止                      ③ 掲示
- (2) ④ 引火しやすいもの
- (3) ⑤ 資格                      ⑥ 氏名                      ( ⑤と⑥は入れ替わり可 )
- (4) ⑦ ボイラー取扱作業主任者
- (5) ⑧ 割れ                      ⑨すき間                      ⑩補修
- (6) ⑪ ガラス管                      ⑫ガスケット                      ⑬修繕用工具類
- (7) ⑭ 振動                      ⑮凍結

問 4 答 (5)

問 5 答 (3)

問 6 答 A, E (順不同)