

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。二つとも正しい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 ボイラー出口蒸気圧力2.5MPaで過熱器がないガス<sup>だ</sup>焼きボイラーがあり、その運転状態は下表のとおりである。このボイラーについて、次の(1)、(2)の問いに答えよ。

ただし、ボイラーへの入熱は、燃料の発熱によるもののみとし、熱損失は、排ガスの熱損失、放散熱損失及びその他の熱損失とする。また、気体の体積は標準状態(0℃、101.325kPa)に換算した値とする。

答はそれぞれ本問で使用されている記号を用いた計算式及び計算の過程を示し、結果は小数点以下第三位を四捨五入せよ。

項目	記号	値
蒸発量	$W$	30000 kg/h
飽和蒸気比エンタルピー	$h_s$	2802.45 kJ/kg
蒸気の乾き度	$X$	98.0 %
飽和水比エンタルピー	$h_w$	971.74 kJ/kg
給水比エンタルピー	$h_o$	86.36 kJ/kg
ガス燃料消費量	$F$	2140 m <sup>3</sup> /h
ガス燃料の低発熱量	$H_l$	40.60 MJ/m <sup>3</sup> (燃料)
排ガス量	$G_g$	14.07 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (燃料)
排ガスの平均比熱	$C_g$	1.38 kJ/(m <sup>3</sup> ·K)
排ガス温度	$t_g$	160 °C
基準大気温度	$t_a$	15 °C
放散熱損失(低発熱量基準)	$L_r$	0.70 %
その他の熱損失(低発熱量基準)	$L_u$	0.30 %

(1) 入出熱法によるボイラー効率  $\eta_1$  [%] を求めよ。

(2) 熱損失法によるボイラー効率  $\eta_2$  [%] を求めよ。

問2 ボイラー効率改善を目的として設置するエコノマイザ及び空気予熱器について次の問いに答えよ。

- (1) ボイラー排ガスの熱回収の観点から設置されるこれらの設備で、排ガス温度との関係でボイラー効率の改善度合いについて説明せよ。
- (2) 空気予熱器を設置した場合、特に重質油燃焼において、燃焼性能の面で期待できる効果について説明せよ。
- (3) エコノマイザまたは空気予熱器を設置した場合、排ガス中の環境汚染物質に及ぼす影響について、それぞれに相違点があれば説明せよ。
- (4) 硫黄分を含む燃料を使用する場合、これらの設備の低温域では硫酸腐食が発生するため耐食材の使用を検討するのは勿論であるが、エコノマイザ及び空気予熱器それぞれの設備で、システムとして考慮されるべき対策について説明せよ。

問3 過熱器の種類と構造について、次の文中の□内に入る適切な語句などを答えよ。なお、同じ語句などを複数回使用してもよい。

- (1) 燃焼方式により分類すると、□①□式は、過熱器用の専用の炉を有するもので、過熱温度の調整が自由である。一方、□②□式はボイラーの火炉内、火炉出口近傍又は燃焼ガス通路内に設置されるもので、一般的に使用される。
- (2) 伝熱方式によって分類すると、□③□形は過熱管を火炉内又は火炉出口近傍に設け、主として火炎の□④□による伝熱を利用し、□⑤□形は、火炉出口付近の燃焼ガス流路内に設け、燃焼ガスの□⑥□による伝熱を利用するものである。実際のボイラーでは、ボイラー負荷による□⑦□が逆となるので、これらを適当に組み合わせて用いられる。
- (3) 過熱器中の蒸気の流れ方向と熱ガスの流れ方向との関係によって分類すると、□⑧□形では蒸気の流れとガスの流れが同方向のもので、温度の最も□⑨□蒸気が温度の最も□⑩□ガスと接触するように配置されたものであり、□⑪□形は蒸気の流れとガスの流れが逆方向のもので、温度の最も□⑫□蒸気が温度の最も□⑬□ガスと接触するように配置したものである。□⑭□形の方が少ない伝熱面積でも必要な出口蒸気温度を得ることができるが、蒸気出口部付近の□⑮□は高くなるので、留意すべきである。

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 物体表面の単位面積から単位時間に放出される放射エネルギーを放射エネルギー流束または放射度といい、物体表面の絶対温度の4乗に比例する。実際の物体面からの放射エネルギー流束は、同一温度の黒体面からの放射エネルギー流束と比べて常に大きい。
- B 100°Cの飽和水から100°C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の量に換算したものを毎時換算蒸発量といい、毎時換算蒸発量を毎時燃料消費量で除したものを換算蒸発倍数という。
- C 材料の降伏点は、炭素鋼では明らかであるが、合金鋼や非鉄金属では明らかではない。後者の場合は通常、0.2%の永久ひずみを生ずる応力をもって降伏点とみなし、これを耐力という。各材料規格には規格降伏点と規格引張強さの最低値が規定されているが、材料の常温における規格降伏点を規格引張強さで割った値を降伏比といい、材料の特性を示す重要な値である。
- D 重油専焼ボイラーにおいては、その重油中の灰分に五酸化バナジウム( $V_2O_5$ )が含まれていると、これがボイラー伝熱面(鉄鋼表面)に付着し、五酸化バナジウムを含んだスケールが生成される。このスケールは融点が低いので、650°C～700°C程度でも伝熱面が激しく酸化される。これをバナジウムアタックといい、生石灰(CaO)などを添加してスケールの融点を高くしたり、管壁温度の上昇を抑える伝熱面配置の検討などが必要となる。
- E ドラムと多数の水管で構成される水管ボイラーにおいて、ドラムの長手方向に一直線に管穴が配置される管穴部の長手効率に対し、ドラムの周方向に管穴が配置される管穴部の周効率は、長手効率の1/2以下になるよう周方向の管穴ピッチを定める必要がある。

(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 安全弁の取付管台の構造について、2個以上の安全弁を共通の管台に設置する場合は、管台の蒸気流路の断面積をそれぞれの安全弁の蒸気取り入れ口の面積の合計以上とするなどの考慮が必要であるが、安全弁の排気管については、排気管内径を安全弁出口径より大きくし、複数の弁ごとに独立した排気管とすることなどを考慮することが望ましい。
- B ブルドン管圧力計は、普通形、蒸気用普通形、耐熱形及び蒸気用耐熱形に区分されているが、耐熱形は、使用温度が高いところでも使用できるので、ブルドン管に高温の蒸気や高温の水が入っても差し支えない。
- C 二色式水面計は、光線の屈折率の差を利用して、平形透視式水面計またはマルチポート形水面計のガラスに赤色と緑色の2光線を通過させ、蒸気部は赤色、水部は緑色に見えるようにしたものである。
- D ボイラーの負荷変動に対してボイラーの燃料燃焼量をある程度一定にすることを目的としてアキュムレータ(蓄熱器)システムを用いることがあるが、ボイラー出口蒸気系統に配備される定圧式のものや、ボイラー給水系統に配備される変圧式のものがある。システムの選定に際しては、負荷変動時の蒸気の使用先の制限条件、ボイラー負荷追従特性などを考慮して決定する必要がある。
- E ボイラー底部からのブローは、間欠的に行うので、水及び熱の損失が多くなるため、適量を連続的にブローする連続ブロー装置を設けることがある。連続ブロー装置は、ブロー水をドラムの水面付近から連続的に取り出し、ボイラー水の濃度を管理値範囲内に保つ装置で、ブロー水の熱を回収する方法には、フラッシュタンクで減圧して気化させ、蒸気を脱気器などで回収し、濃度の高い水を排出する方式などがある。

(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 自動制御を行っているボイラーを2基以上並列運転する場合、ボイラーごとの蒸気圧力調節器をそのまま使用するときには、それぞれの圧力調節器の比例動作を広くすると同時に、各ボイラーごとに設定圧力を調整することによって任意の負荷配分を行うことができる。
- B 調節器の比例動作は、操作量を変化させるために制御偏差を必要とし、外乱が生じると定常状態に落ち着いた後にオフセットが生じる。オフセットは比例帯の幅を狭くすると小さくなり、比例帯の幅を狭くし過ぎると比例動作が過大となり、サイクリング現象を生ずる。また調節器のオンオフ動作（2位置動作）では、制御偏差の値に応じて操作量があらかじめ定められた2つの値のいずれかをとるもので、構造が簡単で安価であるが、操作量が両極端の位置しかとれないので、ハンチング現象がさけられない。
- C ボイラーのドラム水位制御などにおいては、給水量を操作してもある時間まではドラム水位に変化はなく、その後はある値に落ち着いてゆく。入力に変化してから出力の変化が認められるまでの時間をむだ時間  $L$  といい、初期の変化速度がそのまま持続すると仮定した場合の最終平衡値に達するまでの時間  $T$  を時定数という。一般に制御安定度は、 $T$  と  $L$  との比  $T/L$  で決まり、この値が小さい場合は制御が容易であり、大きい場合は制御が困難である。
- D 効率良く燃焼を行わせる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燃焼ガス中の酸素 ( $O_2$ ) 濃度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。
- E 空気量の調節において、ファン出口ダンパあるいは入口ベーンの開度を変える方法、ファンの回転数を変える方法などがあるが、出口ダンパによる制御は簡単で応答も早いが高負荷時の動力損失が大きい欠点があり、入口ベーン方式による制御は効率もよく簡単である。

(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。二つとも正しい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 給水に軟化水を使用する常用圧力1.5MPaで運転するボイラーで、連続ブローを行いながら運転する場合、次ページの(1)～(3)の間に答えよ。

ただし、ボイラー水中の全蒸発残留物濃度は清缶剤注入薬品を含むものとし、塩化物イオン、シリカ(SiO<sub>2</sub>)及び溶存酸素の給水の値及びボイラー水の管理値は表1のとおりとする。

表1

	給水	ボイラー水管理値
全蒸発残留物	150mg/L	2000mg/L以下
塩化物イオン	15mgCl/L	300mgCl/L以下
シリカ	20mgSiO <sub>2</sub> /L	300mgSiO <sub>2</sub> /L以下 (メタけい酸ナトリウムをシリカの相当量に換算)
溶存酸素	0.5mgO/L	

また、ボイラー水中のシリカは全量、酸消費量(pH8.3)(本問では成分はすべて水酸化ナトリウム(NaOH)とする。)を一定の値以上に保つことによって水溶性のメタけい酸ナトリウム(Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)に変えるものとし、酸消費量(pH8.3)の値は、清缶剤の注入により、消費、排出される分を補充して保つものとする。

なお、シリカをメタけい酸ナトリウムに変える反応式は次のとおりとし、各物質の分子量・式量は表2のとおりとする。

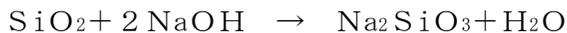


表2 各物質の分子量・式量

物質	SiO <sub>2</sub>	NaOH	CaCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	O <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
分子量・式量	60	40	100	126	80	32	122

答は、いずれも、必要な計算式をすべて示すとともに、それらの計算の過程を示し、計算結果の端数処理は各問の指示によること。

なお、計算式は、(1)及び(3)については、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し、(2)については本問中に示された数値を用いて表すこと。

問1 (つづき)

- (1) シリカ  $1\text{ mg SiO}_2/\text{L}$  をメタけい酸ナトリウムに変えるために保たなければならない酸消費量(pH8.3)(すべてNaOHとして)の最小値  $[\text{mg CaCO}_3/\text{L}]$  を求めよ。答は、小数点以下第2位を切り上げよ。
- (2) ボイラー水中の全蒸発残留物、塩化物イオン及びメタけい酸ナトリウム(シリカの相当量に換算)の値を表1のボイラー水管理値に保持するために最低必要な給水量に対する連続ブロー率 $b$  [%] を求めよ。答は、小数点以下第2位を切り上げよ。
- (3) 脱酸素剤に亜硫酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )を使用し、ボイラー水中の亜硫酸イオン濃度を $20\text{ mg SO}_3^{2-}/\text{L}$ に保持するとき、次の①、②の間に答えよ。
- ① 亜硫酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )により水中に溶存する酸素を除去する(脱酸素)化学反応式を示せ。
- ② 給水1tあたりに注入する亜硫酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )の量  $[\text{g Na}_2\text{SO}_3]$  を求めよ。ただし、給水量に対する連続ブロー率は、(2)で求めた $b$  [%] とする。答は、小数点以下第2位を切り上げよ。

問2 蒸気噴霧式油バーナで運転中のボイラーが燃焼系統の異常により失火した場合の処置及び原因に関し、次の(1)～(3)の間に答えよ。

(1) 次の記述は、失火したときに緊急に(原因究明の前に)行うべき処置を順不同に列挙したものである。①～⑩の□内に当てはまる最も適切な語句を下表の語群の中から選び、その記号を記入せよ。なお、同じ記号を複数回使用してもよい。

- A 主蒸気弁を閉じる。  
B □①□を使用している場合は、その熱源を停止する。  
C □②□の運転を停止し、電源を切る。  
D □③□及び□④□はそのままとし、□⑤□を行う。  
E 炉内に油がこぼれていないか調べる。  
F 炉内に油や□⑥□がないことを確認した場合は、□⑦□を停止し、電源を切って、□⑧□を閉じる。  
H □⑨□を閉じて□⑩□を停止する。  
I ボイラーの圧力と水位を確認する。

語群

ア:給水ポンプ	イ:給水調節弁	ウ:主蒸気弁	エ:ドレン弁		
オ:ダンパ	カ:ファン	キ:過熱器	ク:エコノマイザ		
ケ:空気予熱器	コ:油加熱器	サ:油電磁弁	シ:油圧力調節弁		
ス:油ポンプ	セ:点火装置	ソ:バーナの止め弁	タ:燃焼用空気		
チ:噴霧蒸気	ツ:可燃ガス	テ:ドレンの排出	ト:スートブロー		
ナ:炉内及び煙道内のパージ	ニ:主燃料遮断インターロックの作動試験				
ヌ:点火	ネ:冷却	ノ:油の供給	ハ:ブロー	ヒ:給水	フ:すす
ヘ:過熱の形跡	ホ:気水の漏れ	マ:スラッジ	ミ:腐食	ム:炉内圧力	

問2 (つづき)

(2) (1) のA～I (Gは使われていない)の処置のうち、緊急に行うべき処置として、最も優先すべき処置を3つ挙げ、その記号を記入せよ。

(3) 下表は、失火の原因について、「何が(機器、燃料油、燃焼条件など)」「どうなっているか(状態など)」を示したものである。

表中の①～⑦の空欄に当てはまる適切な語句、文などを答えよ。

	何が(機器、燃料油、燃焼条件など)	どうなっているか(状態など)
(1)機器	バーナ噴霧穴(チップ)	①
	②	異物、スラッジなどの詰まりがひどい。
(2)燃料油	燃料油の混入物	水やガスなどが多く混入。
	燃料油の加熱温度	③
(3)燃焼条件 など	バーナの燃焼量	④
	⑤	燃焼用油量に対して過大になっている。
	⑥	高すぎる。
	噴霧蒸気の水分	⑦

問3 ボイラー水及び給水の電気伝導率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) ボイラー水及び給水の電気伝導率の測定は、水の [ ① ] や、 [ ② ] 濃度を推定する目的で行う。
- (2) 水溶液の電気伝導は、溶存する [ ③ ] の移動によって行われ、電気伝導率は温度の影響を大きく受けるので [ ④ ] °Cのときの値で表す。
- (3) [ ② ] は、すべてが [ ⑤ ] であるということではなく、コロイド状シリカのような [ ⑥ ] も含まれるが、 [ ⑦ ] がほぼ一定している場合は、ボイラー水の [ ② ] の濃度と電気伝導率との [ ⑧ ] を作成しておけば [ ② ] の濃度は容易に推定できる。
- (4) [ ⑨ ] を使用した給水及びボイラー水でも、 [ ② ] の濃度を求めるために、電気伝導率は比較的小さい誤差で測定が可能である。  
また、電気伝導率を測定する利点は、 [ ⑩ ] が短く [ ⑪ ] 系に組み入れやすいことである。
- (5) [ ⑫ ] 処理を行っているボイラー水の電気伝導率を測定する場合は、試料を水素イオン形強酸性 [ ⑬ ] を充てんしたカラムに通した後に測定する。
- (6) 復水器の冷却に [ ⑭ ] を使用する場合は、給水の電気伝導率を測定すると冷却水の [ ⑮ ] 検知に役立つ。

問4 過熱器付きボイラーを一定蒸発量で運転している場合、蒸気温度の変化に関する次の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 火炉での燃焼遅れにより火炎が過熱器に進入すると蒸気温度は上昇する。
- B 給水温度が設計値より低くなると、蒸気温度は下降する。
- C 火炉が汚れてくると、蒸気温度は上昇する。
- D ボイラー水がキャリオーバーすると、蒸気温度は上昇する。
- E 過熱器の外面が汚れてくると、蒸気温度は下降する。

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

問5 ボイラーの腐食に関する次の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 高圧ボイラーの蒸発管内部に接するボイラー水中で濃縮した水酸化ナトリウムが、防食に役立っている被膜を溶解して発生する腐食はアルカリ腐食である。
- B 溶存酸素による鋼材の腐食は、当初、全面腐食の形態で発生することが多い。
- C グルービングは、細長く連続した溝状の腐食のことで、炉筒煙管ボイラーの炉筒前後部のフランジの曲り部などに発生しやすい。
- D 燃料中にバナジウム化合物が含まれる場合には、高温高圧ボイラーにおいて過熱器管や支持金具にバナジウムアタックといわれる高温腐食が発生することがある。
- E 燃料中の硫黄分による低温腐食は、燃焼用空気を高空気比で供給し、燃焼ガス中の三酸化硫黄( $\text{SO}_3$ )濃度を下げることによって抑制することができる。

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

問6 ボイラーの起動準備及び点火に関する次の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 点火前には、一般に、常用水位まで水を張り、その水の温度を、ボイラー本体の温度に近く、大気温度以上で、かつ5℃以上とする。
- B 回転再生式空気予熱器は、ファンの起動前に起動しなければならない。
- C 微粉炭<sup>だ</sup>焚きボイラーでは、通常、最大負荷の30～50%まで油<sup>だ</sup>焚きで燃焼し、十分火炉が温まってから微粉炭を供給する。
- D 蒸気(空気)噴霧式の油バーナでは、油に着火して燃焼が安定してから、噴霧蒸気(空気)を噴出させる。
- E 点火後の低燃焼時は、空気予熱器の出口ガス温度を注意深く監視する。突然、この温度が上昇するときは、空気予熱器で異常燃焼が発生している可能性が高い。

(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。二つとも正しい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 水素  $h_2 = 1$  (体積比100%) を専焼とするボイラーで、次の問いに答えよ。  
ただし、燃焼用空気は体積比で  $O_2$  が21%、 $N_2$  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 ( $0^\circ C$ 、 $101.325kPa$ ) に換算した値とする。

(1) この水素の燃焼反応式を示せ。

(2) この燃料を空気比  $m = 1.2$  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は小数点以下第2位を四捨五入せよ。

- ① 理論空気量  $A_o$  [ $m^3/m^3$ (燃料)]
- ② 理論乾き燃焼ガス量  $V_{do}$  [ $m^3/m^3$ (燃料)]
- ③ 実際の乾き燃焼ガス量  $V_d$  [ $m^3/m^3$ (燃料)]
- ④ 実際の湿り燃焼ガス量  $V_w$  [ $m^3/m^3$ (燃料)]
- ⑤ 発生する全燃焼ガス量に対する各成分ガスの湿ガス基準による体積比 [%]

問2 ボイラーの次の6つの低NO<sub>x</sub>燃焼法について、それぞれその主たるNO<sub>x</sub>抑制原理を述べよ。

なお、複数の異なる燃焼法に同じNO<sub>x</sub>抑制原理を記述してもよい。

- ① 水・蒸気吹込燃焼法
- ② 空気二段燃焼法
- ③ 燃料二段燃焼法
- ④ 空気への排ガス再循環法
- ⑤ 空気側バイアス燃焼法
- ⑥ エマルジョン燃焼法

問3 ガス<sup>だ</sup>焼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などを答えよ。

気体燃料は、液体燃料と異なり [ ① ] や [ ② ] の過程がなく、空気（酸素）と直接反応して燃焼するので比較的容易に [ ③ ] 燃焼を行うことができる。

気体燃料の燃焼器（ガスバーナ）は、予混合形と拡散形に大別される。

予混合形ガスバーナには、燃焼用空気の [ ④ ] を燃料ガスと予混合し、 [ ⑤ ] を必要としない [ ⑥ ] 予混合形と、燃焼用空気の [ ⑦ ] と燃料ガスを予混合してノズルから噴出させ、残りの必要な空気量を [ ⑧ ] として供給する [ ⑧ ] 予混合形がある。予混合形ガスバーナは火炎が [ ⑨ ] 、高い [ ⑩ ] を得られることが特徴であるが、調節を誤ると [ ⑪ ] する危険性がある。

拡散形ガスバーナは、噴霧式油バーナと同じく拡散燃焼によるもので、空気流中に燃料ガスを噴射孔から噴射して火炉中で拡散混合しながら燃焼するもので、操作範囲が広く [ ⑪ ] の危険性が少ないので、ボイラー用として広く用いられている。拡散形ガスバーナは、燃料噴射ノズルによって分類され、代表的なものとして、 [ ⑫ ] 形、 [ ⑬ ] 形、アニュラ形、 [ ⑭ ] 形がある。

これらの内、 [ ⑬ ] 形、アニュラ形、 [ ⑭ ] 形はバーナの中心に [ ⑮ ] を設けることにより、液体燃料などと混焼が可能である。

問4 気体燃料に関する次の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 気体燃料は、燃料ガスと空気との混合状態及び燃焼状態が自由に制御できるため、予混合の小さくシャープな火炎から、拡散炎の大容量バーナまで、様々な形状、容量の火炎を作ることができる。
- B 一般に気体燃料の火炎は火炉では不輝炎となり熱放射が小さい。管群部での燃焼ガスの気体塊は水蒸気分圧が高いので不輝炎放射は小さくなる。
- C 気体燃料は製造所あるいは貯蔵所から燃焼設備まで配管で輸送され、配管口径は液体燃料に比べて大きくなり、設備費はかさむ。
- D 気体燃料はいったん漏えいすると可燃混合気を作り、ガス爆発を発生しやすいので、漏えいの防止、漏えい検知等に留意する必要がある。プロパンガスは密度が小さいため天井部に滞留しやすい。
- E 気体燃料は、燃焼に際して、未燃分、ばいじんの発生が基本的に少なく、燃料の硫黄分、窒素分、灰分が少ないので公害防止上有利である。

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

問5 流動層ボイラーに関する次の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 バブリング流動層ボイラーでは起動操作や負荷変動に対応するため、流動層を通常いくつかの区画(セル)に区分けしている。
- B 石炭<sup>だ</sup>焼きバブリング流動層ボイラーの伝熱部で摩耗の最も激しい箇所は、火炉出口部に設置された蒸発水管と過熱管である。
- C 流動層ボイラーの環境対策面では、流動媒体として投入された石灰石により炉内脱硫が可能であり、また燃焼温度が800℃～900℃と低く、NO<sub>x</sub>発生を比較的強く抑えられる。
- D 循環流動層ボイラーは、流動媒体の系内循環による伝熱促進を図ったもので、燃焼室での空塔速度を1m/s～2m/sとし、水冷壁構造の燃焼室から飛び出した循環粒子はサイクロンなどで捕集され燃焼室へ戻される。
- E 流動層燃焼では、亜炭、褐炭、れき青炭などの石炭のみならず、ピート、バーク、木くず、廃タイヤ、石油コークス、プラスチックなどの幅広い固体燃料の燃焼が可能である。

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

問6 ボイラーに使用される集じん装置に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみを二つ選べ。

- A ろ過式集じん装置は、含じんガスをろ布に通して、粒子を分離捕集する装置で、一般にバグフィルタと呼ばれている。ろ過速度は1 m/s程度である。ろ布の材質により耐用温度が決まり、ガラス繊維のろ布で250℃程度が上限である。
- B 洗浄集じん装置は、液滴などによって含じんガスを洗浄し、粒子の分離を行う装置で、留水式、加圧水式がある。
- C 遠心力集じん装置は、含じんガスに旋回運動を与え、粒子に作用する遠心力によって粒子をガスから分離捕集する装置で、通常サイクロン式と呼ばれ、接線流入式と軸流式がある。接線流入式は入口ガス速度は7 m/s～15 m/s、捕集の粒子径は10 μm～100 μm程度である。
- D 電気集じん装置は、特高圧直流電源によってコロナ放電を起こさせ、ガス中の粒子に電荷を与え、この帯電粒子をクーロン力によって集じん極（+）に分離捕集する装置であり、ダストの電気抵抗値が重要で、 $10^{11} \Omega \text{ cm}$ 以上が最適とされている。特徴としては、処理ガス量が大きく集じん効率も高く、微粒子（0.05 μm～20 μm）の捕集が可能で、圧力損失も少ない。
- E 慣性力集じん装置は、含じんガスをじゃま板などに衝突させ、気流の急激な方向転換を行い、粒子の慣性力によって分離する装置で、衝突式と反転式がある。気流の方向転換角度が大きく、旋回回数が多いほど、また、衝突直前のガス速度を大きくすると集じん効率は高くなる。

(終り)

受験番号	
------	--

法令
----

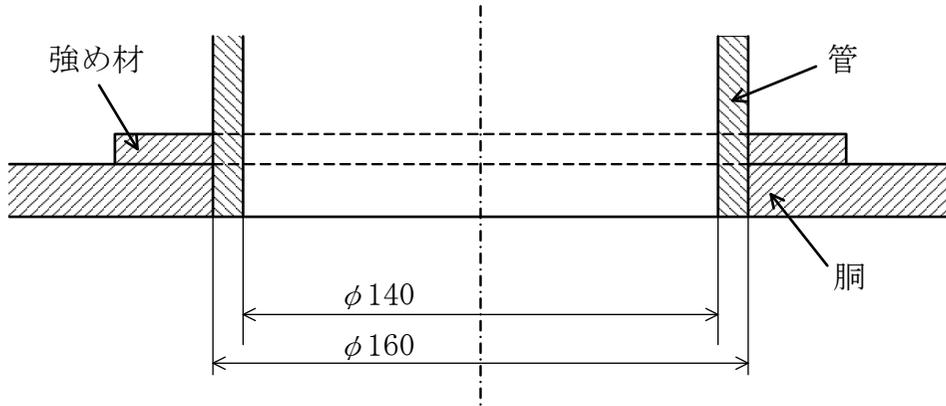
## 特級ボイラー技士免許試験問題 関係法令

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にはできません。
- 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 鋼製ボイラーの胴板に穴を設け、下図のように、管（内径140mm、外径160mm）を取り付けるものとする。その際、この管はその中心線が胴の長さ方向の中心軸と垂直に交わるように取り付けられ、当該管が取り付けられる穴は胴の継手を通らないものとする。



この穴の補強は、その周囲に強め材を取り付けて行うものとして、次のページの（１）、（２）の間に答えよ。

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、結果の端数処理は各問の指示に従うこと。

なお、胴に設けられる穴には、穴の中心を含み穴の面に垂直な断面（上図）で、次の①式による強め材の必要断面積 $A$ 以上の面積の強め材を取り付けるものとし、胴と強め材の材質は同じとする。

①式：  $A = d \times t_r$

- ここに、 $A$  : 強め材の必要断面積 [mm<sup>2</sup>]  
 $d$  : 断面に現れる穴の径 [mm]  
 $t_r$  : 継目無胴板の計算上必要な厚さ [mm]

(次ページにつづく)

(問1のつづき)

また、次の2式(②式及び③式)は、内面に圧力を受ける胴の最小厚さを求める式であり、どちらか一方が『胴の外径を基準とする式』で、他方が『胴の内径を基準とする式』である。

$$\text{②式: } t = \frac{PD}{2\sigma_a\eta + 2kP} + \alpha$$

$$\text{③式: } t = \frac{PD}{2\sigma_a\eta - 2P(1-k)} + \alpha$$

両式において、 $t$  : 胴の最小厚さ [mm]

$P$  : 最高使用圧力 [MPa]

$D$  : 胴の内径(胴の内径を基準とする式の場合)又は  
外径(胴の外径を基準とする式の場合) [mm]

$\sigma_a$  : 材料の許容引張応力 [N/mm<sup>2</sup>]

$\eta$  : 長手継手の効率

$k$  : 材料の種類と使用温度から与えられる値

$\alpha$  : 付け代 [mm]

(1) 胴の内径を基準とする式が②式、③式のいずれかを答え、その式を用いて継目無胴板の計算上必要な厚さ  $t_r$  [mm] を求めよ。

ただし、胴の最高使用圧力を1.5MPa、胴の内径を1500mm、胴の材料の許容引張応力を102N/mm<sup>2</sup>、 $k$ を0.4、 $\alpha$ を0mmとし、 $\eta$ については、本問の内容から導かれる値を求めて使用すること。

答は、小数点以下第2位を切り上げよ。

(2) (1) で求めた  $t_r$  を用いて強め材の必要断面積  $A$  [mm<sup>2</sup>] を求めよ。

答は、1の位を切り上げよ。

問2 ボイラーの検査について、次の(1)、(2)の間に答えよ。

(1) 屋内に設置された伝熱面積が20㎡の炉筒煙管ボイラーの落成検査においては、当該ボイラーのほか、法令上、当該ボイラーに係る次の事項について検査を受けなければならないとされている。

□内に入る適切な語句を答えよ。

- ① □
- ② ボイラー及びその□の□
- ③ ボイラーの□並びに□及び□の□

(2) 法令上、次の者はボイラーの使用検査を受けなければならないとされている。

□内に入る適切な文言を答えよ。

- ① □した者
- ② □しようとする者
- ③ □しようとする者

問3 ボイラーの明細書及び変更届に関する次の(1)、(2)の間に答えよ。  
 なお、①～⑩に同じ語句などを複数回使用してもよい。

(1) 次はボイラー明細書の法令様式の一部を示したものである。①～⑩の  
 【 】内に入る適切な語句を答えよ。

様式第3号甲

(鋼製ボイラー)

ボイラー明細書

ボ イ ラ ー の 構 造	種 類				
	【①】		MPa		
	【②】		ton/hr		
	【③】		m <sup>2</sup>		
	火格子面積		m <sup>2</sup>		
	胴	材 料		最大内径	
				mm	
		長 さ		板の厚さ	
	mm		mm		
	鏡板又は【④】	材 料	形 状	すみの丸み の内半径	板の厚さ
				mm	mm
	【⑤】又は火室	材 料	形 状	最大内径	板の厚さ
				mm	mm
	ス テ ー	種 類	材 料	径(ガセットステーに あつては、板の厚さ)	胴、鏡板等 との【⑥】
				mm	
				mm	
		【⑦】の種類及び効率	突合せ両側溶接(V形) 効率 1.0 (←記入例)		
		マンホール、掃除穴 又は検査穴	(省 略)		
	水 管 又 は 煙 管	種 類	材 料	外 径	厚 さ
				mm	mm
【⑧】	材 料	形 式	内径(内法) 又は外径	穴がある側 の厚さ	
			mm	mm	
過 熱 器	(省 略)				
節 炭 器					
安全弁、逃がし弁又は 【⑨】	種 類	形 式	呼び径【⑨】にあつ ては、その内径)	個 数	
			mm		
			mm		
【⑩】	種 類		個 数	ガラス管の内径	
				mm	
				mm	
自動制御装置が あるときはその概要	(省 略)				
(省 略)					

問3 (つづき)

(2) 次に掲げるボイラーの部分又は設備を変更しようとするときは、ボイラー変更届を所轄労働基準監督署長に提出しなければならないとされている。

⑪～⑮の□内に入る、法令上、適切な語句を答えよ。

一 胴、ドーム、□⑪、火室、鏡板、天井板、□⑫、  
□⑬又はステー

二 □⑭設備

三 □⑮装置

四 据付基礎

問4 次のAからEまでに掲げるボイラーの取扱いの作業のうち、法令上、一級ボイラー技士を当該作業についてのボイラー取扱作業主任者に選任することができない作業のみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、D及びEの文中の「安全に停止する機能を有する自動制御装置」とは、ボイラーに圧力、温度、水位又は燃焼の状態に係る異常があった場合に、当該ボイラーを安全に停止させることができる機能を有する自動制御装置であって厚生労働大臣の定めるものをいうものとする。

- A 炉筒煙管ボイラー（伝熱面積 $20\text{m}^2$ ）1基及び貫流ボイラー（伝熱面積 $240\text{m}^2$ ）2基を取り扱う作業
- B 水管ボイラー（伝熱面積 $240\text{m}^2$ ）2基及び温水ボイラー（伝熱面積 $20\text{m}^2$ ）1基を取り扱う作業
- C 水管ボイラー（伝熱面積 $300\text{m}^2$ ）1基及び廃熱を加熱に利用する貫流ボイラー（伝熱面積 $400\text{m}^2$ ）1基を取り扱う作業
- D 水管ボイラー（伝熱面積 $300\text{m}^2$ ）1基及び安全に停止する機能を有する自動制御装置を備えた水管ボイラー（伝熱面積 $200\text{m}^2$ ）1基を取り扱う作業
- E 貫流ボイラー（伝熱面積 $200\text{m}^2$ ）1基、安全に停止する機能を有する自動制御装置を備えた水管ボイラー（伝熱面積 $200\text{m}^2$ ）2基及び安全に停止する機能を有する自動制御装置を備えた炉筒煙管ボイラー（伝熱面積 $100\text{m}^2$ ）1基の合計4基を取り扱う作業

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

問5 鋼製ボイラーの構造等に係る、次のAからEまでの記述のうち、法令上、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 胴板の厚さは、鏡板(全半球形鏡板を除く。)の最小厚さ以上としなければならない。

B 炉筒又は火室であって、フランジを設けるものの板の厚さは、8mm以上としなければならない。

C ステーによって支えられる板の厚さは、6mm以上としなければならない。

D 水管、過熱管等内部に圧力を受ける管の厚さの最小値は、管の外径が38.1mm以下のときは、2.0mm以上としなければならない。

E 溶接部の試験板の引張試験は、試験片の引張強さが母材の常温における引張強さの最小値以上である場合に合格となるが、試験片が母材の部分で切れた場合には、その引張強さが母材の常温における引張強さの最小値の95%以上で、かつ、溶接部に欠陥がないときは、合格したものとみなされる。

(1) A, C

(2) A, E

(3) B, C

(4) B, D

(5) D, E

問6 次のAからEまでに掲げる検査のうち、法令上、所轄労働基準監督署長が受ける必要がないと認めることがある検査のみを二つ選べ。

- A 労働安全衛生法に基づき、労働基準監督署長への機械等の設置の届出の必要がないと所轄労働基準監督署長の認定を受けた事業者が使用しているボイラーの性能検査
- B 輸入ボイラーであって国内の業者により改修されたボイラーの変更検査
- C 譲渡を受け移設したボイラーの使用検査直後の落成検査
- D 休止中良好な状態に維持管理されていたボイラーの使用再開検査
- E 指定外国検査機関による検査データが添付されたボイラーの使用検査

(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)

$$\begin{aligned}
 (1) \quad \eta_1 &= \frac{W \times \{X \times 10^{-2} \times h_s + (1 - X \times 10^{-2}) \times h_w - h_o\}}{F \times H_l \times 10^3} \times 100 \\
 &= \frac{30000 \times \{0.98 \times 2802.45 + (1 - 0.98) \times 971.74 - 86.36\}}{2140 \times 40.60 \times 10^3} \times 100 \\
 &= 92.519 \quad \approx \quad 92.52 \quad \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (2) \quad \eta_2 &= (1 - (\frac{G_g \times C_g \times (t_g - t_a)}{H_l \times 10^3} + L_r \times 10^{-2} + L_u \times 10^{-2})) \times 100 \\
 &= (1 - (\frac{14.07 \times 1.38 \times (160 - 15)}{40.60 \times 10^3} + 0.007 + 0.003)) \times 100 \\
 &= 92.066 \quad \approx \quad 92.07 \quad \%
 \end{aligned}$$

問 2 (正答例)

(1) 排ガスの温度を20°C下げることによりボイラー効率は約1%改善する。

(2) 燃焼空気温度を高めることができるので燃焼効率を改善し、空気過剰率を少なくすることができる。

(3) 空気予熱器を設置した場合、燃焼用空気温度が上昇するため、NO<sub>x</sub>の発生量が増加する傾向となるが、エコマイザではその懸念はない。

(4) エコマイザ：給水温度を排ガス露点温度以上に保持する。  
 空気予熱器：あらかじめ入口空気を予熱する。

問 3 (正答例)

- (1) ① 独立                      ② 付属
- (2) ③ 放射                      ④ 放射                      ⑤ 対流
- ⑥ 対流                      ⑦ 温度特性
- (3) ⑧ 並流

⑨と⑩は次のA又はBのいずれかの組合せ

	⑨	⑩
A	低い	高い
B	高い	低い

⑪ 向流

⑫と⑬は次のA又はBのいずれかの組合せ

	⑫	⑬
A	高い	高い
B	低い	低い

⑭ 向流                      ⑮ 管壁温度

問 4 答 (2)

問 5 答 (4)

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**に関する知識 正答・正答例

問 1 (正答例)

(1)

$$\text{酸消費量 (pH8.3)} = \frac{2 \times \text{NaOH}}{\text{SiO}_2} \times \frac{\text{CaCO}_3}{2 \times \text{NaOH}} = \frac{2 \times 40}{60} \times \frac{100}{2 \times 40} = 1.666$$

$$\rightarrow 1.7 \text{mg CaCO}_3/\text{L}$$

(2)

ブロー率  $b = \frac{\text{給水の濃度対象物質濃度}}{\text{ボイラー水の濃度対象物質濃度}} \times 100$  である。各物質に対する最低必要なブロー率は、

全蒸発残留物に対するブロー率  $b_1$  は

$$b_1 = \frac{150}{2000} \times 100 = 7.50\%$$

塩化物イオンに対するブロー率  $b_2$  は

$$b_2 = \frac{15}{300} \times 100 = 5.00\%$$

シリカ(メタけい酸ナトリウム)に対するブロー率  $b_3$  は

$$b_3 = \frac{20}{300} \times 100 = 6.66\%$$

上記のうち全蒸発残留物に対するブロー率  $b_1$  が最も大きい。

よって、最低必要な連続ブロー率  $b$  は、7.50% → 7.5%

(3) ①亜硫酸ナトリウムにより水中に溶存する酸素を除去する(脱酸素)化学反応式は



②脱酸素に必要な亜硫酸ナトリウム量は

$$\text{給水の溶存酸素濃度} \times \frac{\text{Na}_2\text{SO}_3}{0.5 \times \text{O}_2} = 0.5 \times \frac{126}{0.5 \times 32} = 3.9375 \text{g}$$

連続ブローによって排出される亜硫酸ナトリウム量は

$$\text{ボイラー水の亜硫酸イオン濃度} \times \text{連続ブロー率} \times \frac{\text{Na}_2\text{SO}_3}{\text{SO}_3^{2-}} = 20 \times \frac{7.5}{100} \times \frac{126}{80} = 2.3625 \text{g}$$

よって、給水 1 トン当たりの亜硫酸ナトリウムの必要量は

$$3.9375 + 2.3625 = 6.300 \rightarrow 6.3 \text{g Na}_2\text{SO}_3$$

## 問 2 (正答例)

(1) ① コ                      ② ス                      ③ オ                      ④ カ                      (③、④は入れ替わり可)

⑤ ナ                      ⑥ ツ                      ⑦ カ                      ⑧ オ

⑨ ソ                      ⑩ ノ

(2)

C	D	H
---	---	---

 (順序は問わない。)

(3)

① 詰まっている

② 油ストレーナ

③ 低すぎる

④ 最低燃焼量を下回っている

⑤ 燃焼用空気量

⑥ 噴霧蒸気の圧力

⑦ 多い

問 3 (正答例)

- |              |            |        |
|--------------|------------|--------|
| (1) ① 純度     | ② 溶解性蒸発残留物 |        |
| (2) ③ イオン    | ④ 25       |        |
| (3) ⑤ 電解質    | ⑥ 非電解質     | ⑦ 水質条件 |
| ⑧ 関係線        |            |        |
| (4) ⑨ イオン交換水 | ⑩ 測定時間     | ⑪ 自動制御 |
| (5) ⑫ 高純度    | ⑬ 陽イオン交換樹脂 |        |
| (6) ⑭ 海水     | ⑮ 漏洩       |        |

問 4 答 (3)

問 5 答 (4)

問 6 答 A, D (順不同)

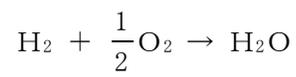
## 特級ボイラー技士免許試験

## 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)

空気比  $m=1.2$  で燃焼させる場合

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad A_o &= \frac{1}{0.21} \times \frac{1}{2} h_2 \\ &= \frac{1}{0.21} \times \frac{1}{2} \times 1 = 2.381 \doteq 2.38 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad V_{d0} &= 0.79 A_o \\ &= 0.79 \times 2.381 = 1.881 \doteq 1.88 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{3} \quad V_d &= V_{d0} + (m-1) A_o \\ &= 1.881 + (1.2-1) \times 2.381 = 2.357 \doteq 2.36 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{4} \quad &\text{燃料 } 1 \text{ m}^3 \text{ から発生する水蒸気の量を } W_s \text{ とすると、} W_s = h_2 = 1 \\ V_w &= V_d + W_s = 2.357 + 1 = 3.357 \doteq 3.36 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{5} \quad \text{O}_2 &= \frac{(m-1) A_o}{V_w} \times 0.21 \times 100 \\ &= \frac{(1.2-1) \times 2.381}{3.357} \times 0.21 \times 100 = 2.98 = 3.0 \%(\text{容積比}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N}_2 &= \frac{m A_o}{V_w} \times 0.79 \times 100 \\ &= \frac{1.2 \times 2.381}{3.357} \times 0.79 \times 100 = 67.24 \doteq 67.2 \%(\text{容積比}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= \left[ \frac{W_s}{V_w} \times 100 \right] \frac{1}{V_w} \times 100 \\ &= \frac{1}{3.357} \times 100 = 29.79 \doteq 29.8 \%(\text{容積比}) \end{aligned}$$

## 問 2 (正答例)

低NO <sub>x</sub> 燃焼法	主たるNO <sub>x</sub> 抑制原理
① 水・蒸気吹込燃焼法	燃焼温度を低くする。
② 空気二段燃焼法	全体として適切な空気比で燃焼する火炎中に、低空気比領域と高空気比領域を故意に作る。
③ 燃料二段燃焼法	還元物質の生成により脱硝する。
④ 空気への排ガス再循環法	燃焼温度を低くする。
⑤ 空気側バイアス燃焼法	全体として適切な空気比で燃焼する火炎中に、低空気比領域と高空気比領域を故意に作る。
⑥ エマルジョン燃焼法	燃焼温度を低くする。

問 3 (正答例)

- ①霧化                                  ②蒸発                                  ③低空気比  
(①と②は入れ替わり可)
- ④全量                                  ⑤二次空気                                  ⑥完全
- ⑦一部                                  ⑧部分                                  ⑨短く
- ⑩火炎温度                                  ⑪逆火
- ⑫センタファイア                                  ⑬リング                                  ⑭スパッド                                  (⑬と⑭は入れ替わり可)
- ⑮油アトマイザ

問 4 答 (3)

問 5 答 (3)

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)

内径基準の式は③式である。

穴は継手を通らないので、 $\eta = 1$ 

$$t_r = \frac{1.5 \times 1500}{2 \times 102 \times 1 - 2 \times 1.5 \times (1 - 0.4)}$$

$$t_r = 11.13 \text{ [mm]}$$

$$\therefore t_r = 11.2 \text{ [mm]}$$

(2)

 $d$ は、140 [mm] である。

$$A = 140 \times 11.2 = 1568 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$\therefore A = 1570 \text{ [mm}^2\text{]}$$

## 問 2 (正答例)

(1)

- ① ボイラー室
- ② ボイラー及びその配管の配置状況
- ③ ボイラーの据付基礎並びに燃焼室及び煙道の構造

(2)

- ① ボイラーを輸入した者
- ② 構造検査又は使用検査を受けた後1年以上設置されなかったボイラーを設置しようとする者
- ③ 使用を廃止したボイラーを再び設置し、又は使用しようとする者

問 3 (正答例)

- (1) ① 最高使用圧力      ② 最大蒸発量      ③ 伝熱面積  
④ 管板      ⑤ 炉筒      ⑥ 取付方法  
⑦ 胴の長手継手      ⑧ 管寄せ      ⑨ 逃がし管  
⑩ 水面測定装置

- (2) ⑪ 炉筒      ⑫ 管板      ⑬ 管寄せ      (⑪⑫⑬は順序は問わない。)  
⑭ 附属      ⑮ 燃焼

問 4 答 (4)

問 5 答 (1)

問 6 答 B, C (順不同)