

## 特級ボイラー技士試験問題

## ボイラーの構造に関する知識

受験番号

- 問 1 下記の表に示す仕様の蒸気ボイラーについて、次の問に答えよ。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え。

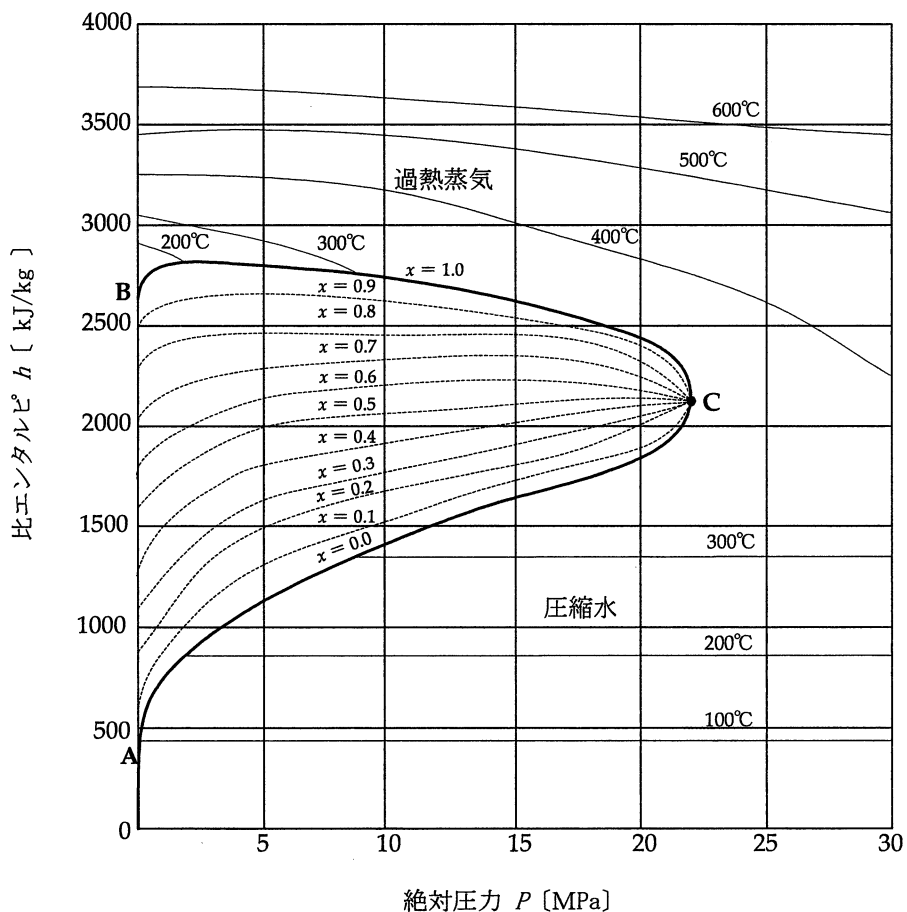
なお、ガス燃料の体積は、標準状態(0℃、101.325kPa)の体積とする。

| 名 称        | 記号     | 数 値                    |
|------------|--------|------------------------|
| 蒸発量        | $E_s$  | 32000 kg/h             |
| ボイラー効率     | $\eta$ | 95.6 %                 |
| 飽和水比エンタルピ  | $h'$   | 1017.00 kJ/kg          |
| 飽和蒸気比エンタルピ | $h''$  | 2803.28 kJ/kg          |
| 蒸気の乾き度     | $x$    | 0.985                  |
| 給水の比エンタルピ  | $h_w$  | 313.97 kJ/kg           |
| ガス燃料の低発熱量  | $H_l$  | 40.6 MJ/m <sup>3</sup> |
| 燃焼室(火炉)の容積 | $V_f$  | 58 m <sup>3</sup>      |

- (1) ボイラーの水及び蒸気側で吸収される熱量  $Q_s$  [MJ/h] はいくらか。  
 なお、答は、小数点以下を切り捨てよ。
- (2) 毎時ガス燃料消費量  $F$  [m<sup>3</sup>/h] はいくらか。ただし、ボイラーへの入熱はガス燃料の燃焼によるもののみとする。  
 なお、答は、小数点以下を切り上げよ。
- (3) 毎時換算蒸発量  $E_e$  [kg/h] はいくらか。  
 なお、答は、小数点以下を切り捨てよ。
- (4) 換算蒸発倍数  $r_e$  [kg/m<sup>3</sup>] はいくらか。  
 なお、答は、小数点以下第2位を切り捨てよ。
- (5) 燃焼室(火炉)熱発生率  $H_m$  [MJ/(m<sup>3</sup>・h)] はいくらか。ただし、燃焼室に流入する空気の顕熱は無視する。  
 なお、答は、小数点以下を切り上げよ。

問 2 下図は絶対圧力  $P$  [MPa] と比エンタルピー  $h$  [kJ/kg] との関係を示した水・水蒸気の  $Ph$  線図である。  
この図に関し、(1)~(4)の名称とその意味する内容を簡潔に説明せよ。

- (1) A-C線
- (2) B-C線
- (3) C点
- (4)  $x = 0.0 \sim 1.0$  で示される数値



水・水蒸気の  $Ph$  線図

問 3 次の文中の□に入る適切な語句又は式を答えよ。

- (1) 鋼板製角型煙道において、内部燃焼ガス側の熱伝達率を  $\alpha_1$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]、鋼板の厚さ及び熱伝導率をそれぞれ  $\delta_1$  [m]、 $\lambda_1$  [W/(m·K)]、外側の保温材の厚さ及び熱伝導率をそれぞれ  $\delta_2$  [m]、 $\lambda_2$  [W/(m·K)]、外気側の熱伝達率を  $\alpha_2$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] とし、熱貫流率を  $K$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] とすると、熱貫流率  $K$  は次式で表される。

$$\frac{1}{K} = \text{□①} + \text{□②} + \text{□③} + \text{□④}$$

- (2) 二胴式自然循環型水管式ボイラーでは、圧力が□⑤ボイラーは、圧力が□⑥ボイラーより蒸発管内の気水混合物の平均密度が□⑦なるので、ボイラー水の循環力は□⑧なる。なお、ボイラー水の循環力は□⑨間の高さの差を大きくするほど増大する。
- (3) 材料の降伏点は、炭素鋼の場合は明瞭に現れるが、合金鋼、非鉄金属では通常□⑩の永久ひずみを生じた応力を降伏点又は降伏応力とみなす。材料の降伏比は、常温における規格で規定されている□⑪を規格で規定されている□⑫で割った値をいう。
- (4) 過熱器の温度特性は、放射形過熱器では、ボイラーの負荷が□⑬すると蒸気温度が□⑭し、対流形過熱器では、□⑮の傾向となる。

問 4 次のAからEまでは、ボイラーの材料、伝熱、構造などに関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 鋼板を円筒状に巻いて長手継手溶接したものの両端に同じ鋼板の鏡板を周継手溶接で取り付け付けた胴において、一般に内圧によって生じる周継手の応力は長手継手の応力の1/2倍である。
- B ボイラーの部分に温度差があると熱応力を生じ、この値は、炭素鋼では温度差4℃につき約9.8 N/mm<sup>2</sup>である。
- C 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又は放射度といい、その値は物体表面の絶対温度の2乗に比例する。
- D 湿り空気中に含まれる水蒸気の量と乾き空気のとを質量比で表した値を相対湿度といい、ある温度の湿り空気中の水蒸気の分圧とその温度での水蒸気の飽和圧力との比を絶対湿度という。
- E 空気や燃焼ガスなどのように、数種類のガスが混合しているガスは、同一室内に混在していても、各成分のガスは単独に存在するように挙動し、その全圧は各成分ガスの分圧の和に等しい。

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

問 5 次のAからEまでは、ボイラーの附属設備及び附属品などに関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A エコノマイザなどでボイラーの排ガス熱を回収することによって、排ガス温度を20℃下げることによってボイラー効率を約1%高めることができる。
- B 2個以上の安全弁を共通の管台に設ける場合は、管台の蒸気通路の断面積はそれぞれの安全弁の蒸気取入口の合計面積以上とする必要がある。
- C 二色水面計は、光線の屈折率の差を利用して、透視式水面計のガラスに赤色と緑色の2光線を通させ、蒸気部は赤色に、水部は緑色に見えるようにした計器である。
- D 蒸気を加熱用に使用する場合は、過熱度の大きい高圧の過熱蒸気を用いる方が有利であるが、蒸気の熱を仕事に変換する場合は、凝縮潜熱の大きい低圧の飽和蒸気を用いる方が有利である。
- E ボイラーの過熱器の構造において、蒸気の流れ方向と熱ガスの流れ方向との関係によって、並流形の方が向流形より少ない伝熱面積で所定の出口蒸気温度が得られる。

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

問 6 次のAからEまでは、ボイラーの自動制御に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 空気量の調整において、ファン出口のダンパの開度を変える方法は制御が簡単であるが、低負荷時には動力損失が大きくなり、インバータなどによるファンの回転数を変える方法は制御が複雑であるが、低負荷時の動力損失がダンパ方式に比べて小さくなる。
- B ボイラー時定数の値は、ボイラー内の水の蓄熱量から決まるもので、丸ボイラー、水管ボイラー、貫流ボイラーの順に大きくなる。
- C 1日1回以上起動するボイラーでは、起動時に制御回路すべての素子の故障チェックを行い安全に運転できない場合には燃焼動作に入らないような機能をもった起動時チェック形燃焼安全装置のみでもよいが、24時間以上連続運転するボイラーでは、火炎検出システムを常時チェックできる常時チェック形燃焼安全装置を使用する必要がある。
- D ボイラーの自動制御において、蒸気圧力、ボイラー水位など設定範囲内に収めることが目的になっている量を操作量といい、そのために調節する量が制御量である。
- E 蒸気圧力の制御における並列制御方式は、蒸気圧力を検出して、調節器によって燃料量と空気量を同時に調節する方式で、構造が簡単であるが、負荷が大きく変動すると空燃比が適正な値とならない場合も生じるので、比較的負荷変動の少ない小形のボイラーに使用される。

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

特級ボイラー技士試験問題

ボイラーの構造に関する知識 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1)

$$Q_s = E_s \{ h' + x(h'' - h') - h_w \} \dots\dots\dots (答)$$

$$[ Q_s = E_s \{ (h'' - h_w)x + (h' - h_w)(1 - x) \}]$$

$$= 32000 \{ 1017.00 + 0.985(2803.28 - 1017.00) - 313.97 \} = 78800505.6 \text{ kJ/h}$$

$$\doteq 78800.5 \text{ MJ/h} \doteq 78800 \text{ MJ/h} \dots\dots\dots (答)$$

(2)

$$F = \frac{Q_s}{H_l \times \eta} \dots\dots\dots (答)$$

$$= \frac{78800.5}{40.6 \times 0.956} \doteq 2030.2 \doteq 2031 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots (答)$$

(3)

$$E_e = \frac{Q_s \times 10^3}{2257} \dots\dots\dots (答)$$

$$= \frac{78800.5 \times 10^3}{2257} \doteq 34913.8 \doteq 34913 \text{ kg/h} \dots\dots\dots (答)$$

(4)

$$r_e = \frac{E_e}{F} \dots\dots\dots (答)$$

$$= \frac{34913.8}{2030.2} \doteq 17.19 \doteq 17.1 \text{ kg/m}^3 \dots\dots\dots (答)$$

(5)

$$H_m = \frac{F \times H_l}{V_f} \dots\dots\dots (答)$$

$$= \frac{2030.2 \times 40.6}{58} \doteq 1421.1 \doteq 1422 \text{ MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}) \dots\dots\dots (答)$$

## 問 2 (※正答例)

|                               | 名称             | 内容  |
|-------------------------------|----------------|---|
| (1) A-C線                      | 飽和液線<br>(飽和水線) | 水が加熱されて、蒸気の発生が開始される時の圧力と比エンタルピとの関係を示す。  |
| (2) B-C線                      | 飽和蒸気線          | 水が加熱されて、蒸気の発生が終了するときの圧力と比エンタルピとの関係を示す。  |
| (3) C点                        | (水の)臨界点        | 次のいずれでも正答<br>① 飽和水線と飽和蒸気線が一致する点<br>② この点の圧力を臨界圧力及びこの点の温度を臨界温度という                          |
| (4) $x=0.0\sim 1.0$<br>これらの数値 | (蒸気の)乾き度       | 次のいずれでも正答<br>① 湿り蒸気中の飽和蒸気の質量割合<br>② 水が加熱されて、蒸気の発生が開始されてから蒸気の発生が終了する間における気水混合物中に占める蒸気の質量割合 |

問 3 (※正答例)

- (1) ①  $1/\alpha_1$                       ②  $\delta_1/\lambda_1$                       ③  $\delta_2/\lambda_2$   
       ④  $1/\alpha_2$

- (2) ⑤ 高い                              ⑥ 低い                              ⑦ 大きく  
       ⑧ 小さく                            ⑨ 上下ドラム  
       又は  
       ⑤ 低い                              ⑥ 高い                              ⑦ 小さく  
       ⑧ 大きく                            ⑨ 上下ドラム

- (3) ⑩ 0.2 %                            ⑪ 降伏点                            ⑫ 引張強さ

- (4) ⑬ 増大                              ⑭ 低下                              ⑮ 逆  
       又は  
       ⑬ 低下                              ⑭ 上昇                              ⑮ 逆

問 4                      答 (4)

問 5                      答 (5)

問 6                      答 (3)

## 特級ボイラー技士試験問題

## ボイラーの取扱いに関する知識

受験番号

問 1 給水、ボイラー水中の系統内処理について、以下の問に答えよ。

計算結果は、小数点第3位を四捨五入せよ。

なお、各元素の原子量は、下表のとおりとする。

| 元素  | H | N  | O  | Na | Mg | Si | P  | S  | Cl | Ca |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 原子量 | 1 | 14 | 16 | 23 | 24 | 28 | 31 | 32 | 35 | 40 |

- (1) ヒドラジン( $N_2H_4$ )を用いて、給水中の溶存酸素( $O_2$ )1.00 gを除去する場合、化学反応式と必要なヒドラジン量〔g〕を示せ。
- (2) 亜硫酸ナトリウム( $Na_2SO_3$ )を用いて、給水中の溶存酸素( $O_2$ )1.00 gを除去する場合、化学反応式と必要な亜硫酸ナトリウム量〔g〕を示せ。
- (3) カルシウム硬度成分のスケール付着を抑制するために、りん酸イオン( $PO_4^{3-}$ )を用いて、ボイラー水中のカルシウムイオン( $Ca^{2+}$ )1.00 gを浮遊化したヒドロキシアパタイト( $Ca_5(OH)(PO_4)_3$ )に変える場合、化学反応式(イオン式)と必要なりん酸イオン量〔g〕を示せ。
- (4) マグネシウム硬度成分のスケール付着を抑制するために、水酸化ナトリウム( $NaOH$ )を用いて、ボイラー水中の塩化マグネシウム( $MgCl_2$ )1.00 gを浮遊性の水酸化マグネシウム( $Mg(OH)_2$ )に変える場合、化学反応式と必要な水酸化ナトリウム量〔g〕を示せ。
- (5) 水酸化ナトリウム( $NaOH$ )を用いて、ボイラー水中のシリカ( $SiO_2$ )1.00 gを、水溶性のメタけい酸ナトリウム( $Na_2SiO_3$ )に変えてスケール付着を抑制する場合、化学反応式と必要な水酸化ナトリウム量〔g〕を示せ。

問 2 重油燃焼ボイラーの運転中に突然火が消える現象は、(1)インターロックにより安全装置が作動して火が消える場合(異常消火)と、(2)燃焼系統などの異常により火炎が何らかの原因で不意に消える場合(失火)がある。

(1)のインターロックにより異常消火に至る要因を四つ及び(2)の失火に至る要因を六つ記述せよ。



問 3 運転中の水管ボイラーの水位の管理及び取扱いに関する記述であるが、次の文中の□内に入れる適切な語句を答えよ。

- (1) ボイラーを安全に運転するためには、低水位によるボイラーの□①事故、又は高水位による□②の機能障害を起こさないようにする。  
□③の水位測定装置を適宜比較し、水位に差があるときは原因を調査し、それらの指示値が一致するようにしなければならない。
- (2) ボイラーのドラムの異常水位に対しては警報及び燃料の遮断によって対処するが、一般に安全装置により□④及び□⑤で警報を発生し、□⑥になると燃料を遮断する。
- (3) 水位が水面計の可視範囲より下にあるときは、□⑦を停止することが最も安全である。このとき、給水は常用水位に回復するまで継続して行う。  
一方、水位が水面計の上部で可視範囲を超えている場合は水面計を監視しながら給水の供給を止める。さらに水位が水面計の可視範囲内に下がらないときは、ボイラーの負荷を下げて、ボイラー本体の□⑧を開けて水位を下げる。
- (4) 蒸気ボイラーの□⑨が急激に増加すると、ボイラー内の圧力が□⑩ため、ボイラー水中の□⑪が増加し、ボイラー水位が一時的に□⑫する。  
一方、□⑨が減少すると、ボイラー内の圧力が□⑬ため、ボイラー水中の□⑪が減少し、ボイラー水位が一時的に□⑭する。  
これを水位の□⑮といい、急激な□⑨の変動には注意する。

問 4 次のAからEまでは、ボイラーの短期満水保存に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A ボイラー停止の数時間前にボイラー水の分析を行い、pH、りん酸イオン、ヒドラジンなどを制限値の範囲以内で、できるだけ下限近くに設定するのが良い。
- B 圧力が0.2～0.3 MPaまで低下したらマッド、スラッジなどの沈殿物を排出するために、底部からブローを行う。
- C 排水ができない過熱器では、軟化水によって満水にし、亜硫酸ナトリウムを注入する。
- D 窒素封入設備がある場合は、ボイラーの内圧を20～60 kPaに加圧する。
- E ガス側伝熱面に結露が生じた場合、結露がなくなるまで加熱する。

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

問 5 次のAからEまでは、附属設備、附属装置及び附属品の取扱いに関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 複数のスートブロワが設置されている場合は、スートブロワを燃焼ガスの流れに沿って上流側より行う。
- B スートブロワを行うときは、燃焼ガスにスートブロワ蒸気又は空気が加算されるので、一般にボイラー最大負荷の50%以下で行う。
- C ボイラーを補修した後の水圧試験は、水面計の水側及び蒸気側の連絡管の止め弁を閉じて行い、安全弁は取り外して安全弁のノズルに閉止板を取り付けるか、安全弁を取り付けたまま、水圧試験用押さえ金具(テストギャグ)で押さえる。
- D エコノマイザの低温腐食は、排ガス温度を酸露点以上に保つことによって抑制される。
- E ディフューザポンプの起動に当たっては吐出弁を全閉にして行い、渦流ポンプ(円周流ポンプ)では吐出弁を開けて行う。

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

問 6 次のAからEまでは、ボイラーの化学洗浄に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A ボイラーの化学洗浄には、付着した油分を除去するアルカリ洗浄(ソーダ煮)とスケール成分を除去する酸洗浄があるが、新設直後には、両者を行う。
- B 酸洗浄中は、水素が発生して爆発を起こす危険性があるので、水素を大気中に放散させる。
- C 酸洗浄の循環法では、懸濁物質の排出のため、洗浄液の流速は5m/s以上が望ましい。
- D 酸洗浄の薬品には、主剤として、塩酸、クエン酸、キレート剤などが多く使用される。
- E 酸洗浄に必要な経費は機械的除去方法に比較して一般に割高であるが、機械的除去方法で除去できない部分でも洗浄可能である。

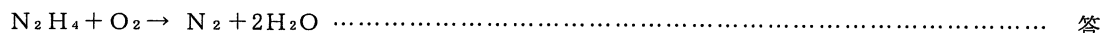
(1) A, C      (2) A, E      (3) B, C      (4) B, D      (5) D, E

## 特級ボイラー技士試験問題

## ボイラーの取扱いに関する知識 正答・正答例

## 問 1 (※正答例)

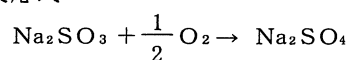
## (1) 反応式



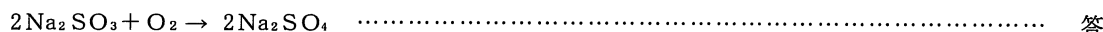
必要量

$$\frac{14 \times 2 + 1 \times 4}{16 \times 2} = \frac{32}{32} = 1.00 \text{ g} \dots\dots\dots \text{答}$$

## (2) 反応式



又は



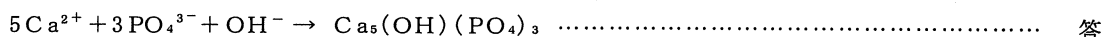
必要量

$$\frac{23 \times 2 + 32 + 16 \times 3}{16} = \frac{126}{16} = 7.875 \approx 7.88 \text{ g}$$

又は

$$\frac{2(23 \times 2 + 32 + 16 \times 3)}{16 \times 2} = \frac{2 \times 126}{16 \times 2} = 7.875 \approx 7.88 \text{ g} \dots\dots\dots \text{答}$$

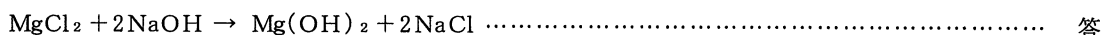
## (3) 反応式



必要量

$$\frac{3(31 + 16 \times 4)}{40 \times 5} = \frac{3 \times 95}{200} = 1.425 \approx 1.43 \text{ g} \dots\dots\dots \text{答}$$

## (4) 反応式



必要量

$$\frac{2(23 + 16 + 1)}{24 + 35 \times 2} = \frac{2 \times 40}{94} = 0.851 \approx 0.85 \text{ g} \dots\dots\dots \text{答}$$

## (5) 反応式



必要量

$$\frac{2(23 + 16 + 1)}{28 + 16 \times 2} = \frac{2 \times 40}{60} = 1.333 \approx 1.33 \text{ g} \dots\dots\dots \text{答}$$

## 問 2 (※正答例)

(1)

次の事項のうちいずれか 4 つ。

- ① 火炎が検出できなくなった。
- ② ボイラーの圧力が燃料遮断の設定圧力以上に上昇した。
- ③ ボイラーの水位が燃料遮断の設定水位より下がった。
- ④ ファンの異常によって、燃焼空気量が低下又は燃焼空気が停止した。
- ⑤ バーナ入口の油圧が燃料遮断の設定値より下がった。
- ⑥ 感震器が作動した。

(2)

次の事項のうちいずれか 6 つ。

- ① バーナの噴霧穴の詰まり。
- ② 油ろ過器の詰まりによる、燃料の供給の停滞。
- ③ 油弁の絞りすぎ。
- ④ 油ポンプの異常。
- ⑤ 燃料油量に対し、燃焼用空気量が多すぎる。(少量の油量に対し、過大な燃焼空気量)
- ⑥ 油に水あるいはガスなどが多く混入している。
- ⑦ 蒸気噴霧の場合、噴霧蒸気中にドレンなどの水分が多く含まれている。
- ⑧ 燃料に対し、噴霧蒸気や噴霧空気の圧力が高すぎるか、圧力調整が不良である。
- ⑨ 油の加熱温度が下がった。

問 3 (※正答例)

(1) ① 空だき

② 気水分離器

③ 2 個以上

(2) ④ 高水位

⑤ 低水位

⑥ 危険低水位

(3) ⑦ 燃料の供給

⑧ 吹出し弁

(4) ⑨ 負荷

⑩ 下がる

⑪ 気泡

⑫ 上昇

⑬ 上がる

⑭ 下降

⑮ 逆応答

問 4 答 (1)

問 5 答 (3)

問 6 答 (1)

## 特級ボイラー技士試験問題

## 燃料及び燃焼に関する知識

受験番号

問 1 燃料プロパン( $C_3H_8$ :100%)の燃焼反応について、下の問に答えよ。

ただし、燃焼用空気は体積比で酸素 21%、窒素 79%で、燃料は完全燃焼するものとし、体積は標準状態( $0^\circ C$ 、 $101.325 kPa$ )の体積とする。

(1) この燃料プロパンの燃焼反応式を示せ。

(2) この燃料プロパン $1.0 m^3$ 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、それぞれ本問で使用している記号、数値等 ( $A_o$ 、 $A$ 、 $V_{do}$ 、 $V_d$ 、 $V$ 、 $m$ 、燃焼用空気中の酸素の体積比「0.21」、燃焼用空気中の窒素の体積比「0.79」、燃料中のプロパンの体積割合「 $c_3 h_8$ 」)を用いて計算式を示し、小数点以下第3位を四捨五入せよ。

- ① 理論空気量  $A_o$  ( $m^3/m^3$  燃料)
- ② 実際空気量  $A$  ( $m^3/m^3$  燃料)
- ③ 理論乾き燃焼ガス量  $V_{do}$  ( $m^3/m^3$  燃料)
- ④ 乾き燃焼ガス量  $V_d$  ( $m^3/m^3$  燃料)
- ⑤ 湿り燃焼ガス量  $V$  ( $m^3/m^3$  燃料)

問 2 油<sup>た</sup>焚き燃焼装置のうち、油圧噴霧式油バーナ(非戻り油形)と高圧気流噴霧式油バーナ(蒸気媒体形)に関し、次の①～④について、その特徴を述べよ。

- ① 微粒化の方法
- ② ターンダウン比
- ③ 油の粘度に対する適用性
- ④ 形成される火炎の形状

問 3 油燃焼ボイラーのNO<sub>x</sub>の抑制に関する次の文中の□内に入れる適当な用語を答えよ。

- (1) NO<sub>x</sub>の抑制の基本となる方法には次の4点が挙げられる。
- ・燃焼域での□①濃度を低くすること。
  - ・□②を低くする。特に□③をなくすこと。
  - ・高温域での燃焼ガスの□④を短くすること。
  - ・燃料中の□⑤の少ない燃料を使用すること。
- (2) 分割火炎燃焼法は、燃料油の噴射ノズルに□⑥の切り込みを付けたり、あるいは数組の□⑦に分割したりして、1台のバーナで形成される火炎を小さな小火炎群に分割する。
- (3) 水・蒸気吹込み燃焼法は、燃焼温度を低下させるので、□⑧の低減となるが、□⑨の抑制効果はほとんどないと考えられる。
- (4) エマルジョン燃焼法は、燃料油中の□⑤の少ない□⑩や□⑪などでは抑制効果は大きい、□⑤を多く含む□⑫などでは効果が低い。
- (5) 非平衡燃焼法は、燃焼によって生成するNO<sub>x</sub>が、□⑬を増すにつれて増加し、燃焼性の上で適切と思われる□⑬で□⑭となり、それを超えると□⑮に転ずるといふ燃焼上の特性を応用して、高□⑬領域と低□⑬領域を故意に作ることによってNO<sub>x</sub>の生成を抑制する。

問 4 次のAからEまでは、石炭を燃焼するボイラーに関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 微粉炭燃焼は、石炭をミルによって粒径1mm前後に粉碎して空気流に乗せ炉内に搬送し、拡散燃焼する。
- B 散布式(スプレッド)ストーカ燃焼は、石炭が供給量調節機能を有するフィーダにより回転するロータ羽根に供給され、粗粒は炉内遠方に散布され、微粒は落下前に浮遊燃焼する。
- C バブリング流動層ボイラーは、水冷壁で囲まれた燃焼室、底部の風箱及び空気の分散板から成っており、風箱は通常いくつかのセルに分割されている。
- D 微粉炭は、空気との混合状態で何らかの着火源があると、粉じん爆発を起こす。
- E 循環流動層ボイラーは、空塔速度を1～2 m/sとし、炉内から飛び出した循環粒子をサイクロンにて捕集し、捕集された循環粒子は燃焼室へと戻される。

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

問 5 次のAからEまでは、ボイラーの燃焼室等に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 燃焼室の役割は、燃料の安定した着火と燃焼の完結を図ることであるが、NO<sub>x</sub>低減対策のためには燃焼室熱負荷を小さくとることが必要になる。
- B 石炭灰による過熱器管などへの熔融付着現象を防ぐため、火炉出口ガス温度を灰の融点以上になるようにする必要がある。
- C 噴霧機構により火炎形状は大きく異なり、幅の大きな燃焼室では広角バーナが、奥行き長い燃焼室では狭角バーナが必要である。
- D 気体燃料のガス燃焼、液体燃料の噴霧燃焼及び固体燃料の微粉炭燃焼は、いずれも燃焼室に供給する空気流中に燃料を吹き込み、予混合燃焼するものである。
- E 入熱に対するボイラー周壁からの放散熱損失の割合は、容量の大きいボイラーほど、また、負荷率が大きくなるほど小さくなる。

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

問 6 次のAからEまでは、環境保全に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 大気中のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>などは、特定の波長の紫外線を吸収し、地表からの放熱を妨げる蓄熱作用をもっており、これを温室効果という。
- B ごみ焼却炉において、塩化ビニルなどの石油化学製品を多く含むごみの焼却により発生するダイオキシンは、800℃以上の高温になると熱分解する。
- C 植物はその成長過程において光合成によりCO<sub>2</sub>を吸収するため、これをバイオマス燃料として燃焼しても、排出されたCO<sub>2</sub>は吸収されたCO<sub>2</sub>と相殺され、CO<sub>2</sub>の増減に影響を与えないことをカーボンニュートラルという。
- D NO<sub>x</sub>を低減するための各種燃焼法は未燃分を増大しやすいので、一方ではNO<sub>x</sub>を低減し、他方ではばいじんも低減するという、相反するものを達成しようとするものである。
- E すすは、微細な炭素粒子で、窒素酸化物の多い排ガス中で酸露点以下の温度になると、酸性ガスを吸着・凝縮し、互いに集合・結集して直径数mmの扁平状のものとなり、これをアシッドスマットという。

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

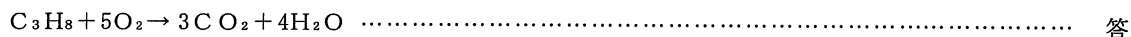


特級ボイラー技士試験問題

燃料及び燃焼に関する知識 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1)



(2) ①

$A_o = \frac{1}{0.21} \times \left(3 + \frac{8}{4}\right) c_3h_8$  ..... 答

$= \frac{1}{0.21} \times \left(3 + \frac{8}{4}\right) \times 1.0$

$= \frac{1}{0.21} (5) = 23.809 \approx 23.81 \text{ (m}^3/\text{m}^3 \text{ 燃料)}$  ..... 答

②

$A = m \times A_o$  ..... 答

$= 1.1 \times 23.809 = 26.189 \approx 26.19 \text{ (m}^3/\text{m}^3 \text{ 燃料)}$  ..... 答

③

$V_{do} = 0.79A_o + 3 c_3h_8$  ..... 答

$= 0.79 \times 23.809 + 3 \times 1.0$

$= 18.809 + 3.0$

$= 21.809 \approx 21.81 \text{ (m}^3/\text{m}^3 \text{ 燃料)}$  ..... 答

④

$V_d = V_{do} + (m - 1)A_o$  ..... 答

$= 21.809 + (1.1 - 1) \times 23.809$

$= 24.189 \approx 24.19 \text{ (m}^3/\text{m}^3 \text{ 燃料)}$  ..... 答

⑤

$$V = V_d + \frac{8}{2} \times c_3 h_8 \dots\dots\dots \text{答}$$

$$= 24.189 + 4$$

$$= 28.189 \approx 28.19 \text{ (m}^3/\text{m}^3 \text{ 燃料)} \dots\dots\dots \text{答}$$

## 問 2 (※正答例)

|               | 油圧噴霧式油バーナ(非戻り油形)             | 高压気流噴霧式油バーナ(蒸気媒体形)                     |
|---------------|------------------------------|--|
| ① 微粒化の方法      | 比較的高圧な燃料油の持つ圧力エネルギーにより微粒化する。 | 大きな噴射エネルギーを持つ蒸気を霧化媒体として使用することにより微粒化する。 |
| ② ターンダウン比     | 1から1/2 程度まで                  | 1から1/10程度まで                            |
| ③ 油の粘度に対する適用性 | 高粘度油には適さない。                  | 高粘度油まで広範な油種が使用できる。                     |
| ④ 形成される火炎の形状  | 狭長炎                          | 狭長炎、短広炎、扁平炎など。                         |

問 3 (※正答例)

- |                           |                        |           |
|---------------------------|------------------------|-----------|
| (1) ① 酸素                  | ② 燃焼温度                 | ③ 局所の高温度域 |
| ④ 滞留時間                    | ⑤ 窒素分                  |           |
| (2) ⑥ 十字形                 | ⑦ 小噴孔グループ              |           |
| (3) ⑧ サーマルNO <sub>x</sub> | ⑨ フューエルNO <sub>x</sub> |           |
| (4) ⑩ 灯油                  | ⑪ A重油                  | ⑫ C重油     |
| (5) ⑬ 空気比                 | ⑭ ピーク                  | ⑮ 減少      |

問 4 答 (2)

問 5 答 (3)

問 6 答 (2)

## 特級ボイラー技士試験問題

## 関係法令

受験番号

問 1 蒸気ボイラーの全量式安全弁の公称吹出し量  $Q$  (kg/h) は、次の算式により算定される。

$$Q = 5.246 C \cdot K_d \cdot A (p + 0.1) \times 0.9$$

- (1) この式において、 $C$ 、 $K_d$ 、 $A$ 、 $p$  は、それぞれ何を表しているか。単位のあるものは単位も示すこと。
- (2) 全量式安全弁で、設定圧力 2.35 MPa、のど部の径 20 mm、蒸気温度 340 °C で、 $C = 0.880$ 、 $K_d = 0.95$  の場合の  $Q$  を求めよ。  
答は、小数点以下を四捨五入すること。

- 問 2 ボイラー及び圧力容器安全規則で規定されているボイラーの定期自主検査では、検査の「項目」である「ボイラー本体」についての「点検事項」は「損傷の有無」とされている。  
定期自主検査の「項目」とそれに対応する「点検事項」の組合せについて、「燃焼装置」について4組、「自動制御装置」について3組及び「附属装置及び附属品」について3組挙げよ。  
なお、同一の検査の「項目」について「点検事項」が二つ以上ある場合には、分けて挙げ、検査の「項目」は重複しても差し支えない。

問 3 次の文中の□に入る適切な用語又数値を答えよ。

- (1) 鋼製ボイラーの主要材料は、鉄鋼材料又は非鉄金属材料であって、□①及び□②に応じ、当該材料に及ぼす化学的影響及び物理的影響に対し、安全な□③及び□④を有するものでなければならない。この場合において、伝熱面における材料の□②は、原則として、内部の□⑤又は□⑥の最高温度に□⑦度を加えた温度とする。
- (2) 鋼製ボイラーには、□⑧を受け、かつ、溶接を行う部分に、炭素含有量が□⑨%を超える材料を使用してはならない。
- (3) 鉄鋼材料及び非鉄金属材料(いずれも鋳造品を除く。)のうちクリープ領域に達しない温度における材料の□⑩は、原則として、次のイからニの値のうち最小のものとする。
- イ 常温における引張強さの最小値の□⑪
  - ロ 材料の□②における引張強さの□⑪
  - ハ 常温における降伏点又は 0.2%耐力の最小値の□⑫
  - ニ 材料の□②における降伏点又は 0.2%耐力の□⑫
- (4) 使用する材料の□⑬応力は、許容引張応力に等しい値とし、□⑭応力は、許容引張応力の□⑮%の値とする。

問 4 次のAからEまでは、ボイラー、第一種圧力容器及び第二種圧力容器に関する記述であるが、法令上、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 高温の蒸気により温水を作る、最高使用圧力0.1MPaで伝熱面積3m<sup>2</sup>の装置は、温水ボイラーであり、特定機械等に該当する。
- B 最高使用圧力が0.5MPaで、内容積が0.0005m<sup>3</sup>の蒸気ボイラー(貫流ボイラーを除く。)であって、大気に開放した蒸気管が取り付けられていない蒸気ボイラーを製造しようとするときは、所轄都道府県労働局長の製造許可を受けなければならない。
- C 容器内における化学反応によって大気圧を超える圧力の蒸気が発生する容器であり、最高使用圧力が0.15MPaで、その内容積が0.05m<sup>3</sup>である容器は、第一種圧力容器である。
- D 内部に100℃を超える温水を保有し、最高使用圧力が0.15MPaで、内容積が0.05m<sup>3</sup>である容器は、第一種圧力容器である。
- E 内部に100℃を超える温水と蒸気を保有し、最高使用圧力が0.15MPaで、内容積が0.05m<sup>3</sup>の容器は、第二種圧力容器である。

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

問 5 次のAからEまでは、ボイラーの検査に関する記述であるが、法令上、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 登録製造時等検査機関は、構造検査を行う際に必要があると認めるときには、ボイラーの被覆物を取り除くことを命ずることができる。
- B ボイラーの据付基礎を変更するときには、所轄都道府県労働局長の使用検査を受けなければならない。
- C 登録性能検査機関は、性能検査に合格したボイラーについて、性能検査の結果により2年以内の期間を定めて有効期間を更新することができる。
- D ボイラーの構造検査又は使用検査に合格した後でなければ、当該ボイラーを設置した者は、落成検査を受けることはできない。
- E 労働基準監督署長は、変更検査に合格したボイラー及び変更検査の必要がないと認めたボイラーについて、そのボイラー検査証に裏書を行う。

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

問 6 次のAからEまでは、ボイラーの管理に関する記述であるが、法令上、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 蒸気ボイラーの常用水位は、現在水位と比較することができるように、ガラス水面計又はこれに接近した位置に表示しなければならない。
- B 圧力計は、使用中その機能を害するような振動を受けることがないようにし、かつ、内部は 100 ℃以上の温度にならない措置を講じなければならない。
- C 安全弁が2個以上あるとき、1個の安全弁を最高使用圧力以下で作動するように調整したときは、他の安全弁を最高使用圧力の3%増以下で作動するように調整することができる。
- D 過熱器用安全弁は、胴の安全弁が作動した後に作動するように調整しなければならない。
- E 定期自主検査を行ったときは、その結果を記録し、3年間保存しなければならない。

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

## 特級ボイラー技士試験問題

## 関係法令 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1) ..... 答

C : 蒸気の性質による係数

Kd : 公称吹出し係数

A : 吹出し面積(mm<sup>2</sup>)

p : 公称吹出し量決定圧力(MPa)

(2)

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = 3.14 \times \frac{1}{4} \times 20^2 = 314 \text{ mm}^2$$

$$p = 1.03 \times 2.35 = 2.4205 \text{ MPa}$$

したがって

$$Q = 5.246 \times 0.880 \times 0.95 \times 314 \times (2.4205 + 0.1) \times 0.9$$

$$= 3123.8733 \approx 3124 \text{ kg/h} \dots\dots\dots \text{答}$$



問 2 (※正答例)

| 項目             |           | 点検事項     |
|----------------|-----------|----------|
| 次の組合せのうちいずれか4組 |           |          |
| 燃焼装置           | 油加熱器      | 損傷の有無    |
|                | 燃料送給装置    | 損傷の有無    |
|                | バーナ       | 汚れの有無    |
|                | バーナ       | 損傷の有無    |
|                | ストレーナ     | つまりの有無   |
|                | ストレーナ     | 損傷の有無    |
|                | バーナタイル    | 汚れの有無    |
|                | バーナタイル    | 損傷の有無    |
|                | 炉壁        | 汚れの有無    |
|                | 炉壁        | 損傷の有無    |
|                | ストーカ      | 損傷の有無    |
|                | 火格子       | 損傷の有無    |
|                | 煙道        | 漏れの有無    |
|                | 煙道        | 損傷の有無    |
| 煙道             | 通風圧の異常の有無 |          |
| 次の組合せのうちいずれか3組 |           |          |
| 自動制御装置         | 起動及び停止の装置 | 機能の異常の有無 |
|                | 火炎検出装置    | 機能の異常の有無 |
|                | 燃料しゃ断装置   | 機能の異常の有無 |
|                | 水位調節装置    | 機能の異常の有無 |
|                | 圧力調節装置    | 機能の異常の有無 |
|                | 電気配線      | 端子の異常の有無 |
| 次の組合せのうちいずれか3組 |           |          |
| 附属装置及び附属品      | 給水装置      | 損傷の有無    |
|                | 給水装置      | 作動の状態    |
|                | 蒸気管       | 損傷の有無    |
|                | 蒸気管       | 保温の状態    |
|                | 蒸気管に附属する弁 | 損傷の有無    |
|                | 蒸気管に附属する弁 | 保温の状態    |
|                | 空気予熱器     | 損傷の有無    |
|                | 水処理装置     | 機能の異常の有無 |

問 3 (※正答例)

- |              |         |          |      |
|--------------|---------|----------|------|
| (1) ① 最高使用圧力 | ② 使用温度  | ③ 化学的成分  |      |
| ④ 機械的性質      | ⑤ 蒸気    | ⑥ 液体     | ⑦ 30 |
| (2) ⑧ 圧力     | ⑨ 0.35  |          |      |
| (3) ⑩ 許容引張応力 | ⑪ 4分の1  | ⑫ 1.5分の1 |      |
| (4) ⑬ 許容圧縮   | ⑭ 許容せん断 | ⑮ 80     |      |

問 4 答 (2)

問 5 答 (1)

問 6 答 (3)