

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 ボイラー出口蒸気圧力  $P = 2.5 \text{ MPa}$  で、過熱器がないガス焼きボイラーがあり、その運転状態等は、下表のとおりである。

次の①～②の値を求めよ。

ただし、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。

答は、それぞれ本問で使用している記号を用いて計算式を示し、小数点以下第 3 位を切り捨てよ。

- ① 入出熱法によるボイラー効率  $\eta_1$  (%)
- ② 熱損失法によるボイラー効率  $\eta_2$  (%)

蒸発量	$W$	30 t/h
飽和蒸気の比エンタルピー	$h_s$	2802.45 kJ/kg
蒸気の乾き度	$x$	98.5 %
飽和水の比エンタルピー	$h_w$	971.74 kJ/kg
給水の比エンタルピー	$h_o$	86.36 kJ/kg
ガス燃料消費量	$F$	2145 $\text{m}^3/\text{h}$
ガス燃料の低発熱量	$H_l$	40.60 $\text{MJ}/\text{m}^3$
排ガス量	$G_g$	14.07 $\text{m}^3/\text{m}^3$ 燃料
排ガスの平均比熱	$C$	1.38 $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$
排ガス温度	$t_g$	150 $^{\circ}\text{C}$
大気温度	$t_a$	15 $^{\circ}\text{C}$
放散熱損失	$L_r$	0.70 %
その他の熱損失	$L_u$	0.30 %

問 2 次のボイラーに関する用語 ①～⑤ の意味を述べよ。

- ① 過熱蒸気
- ② クリープ
- ③ 熱通過 (熱貫流)
- ④ 相対湿度
- ⑤ 安全弁の吹下り

問 3 ボイラーに関する次の文中の□内に入れる適切な語句又は数値を答えよ。

- (1) ① 過熱器では、ボイラーの負荷が増大すると過熱蒸気温度は②する傾向があり、③ 過熱器では、④する傾向がある。
- (2) 胴の周方向に同一周上に管穴が配置される管穴部の管穴ピッチは、その管穴部の⑤が、胴の長手方向に一直線に管穴が配置される管穴部の⑥の⑦になるように定める。
- (3) 二色水面計は、光線の⑧を利用して、透視式水面計のガラスに⑨と⑩の2光線を通させ、⑪は⑨に、⑫は⑩に見えるようにしたものである。
- (4) 自動制御において、ボイラー水位、蒸気圧力など設定範囲内に収めることが目的となっている量を⑬といい、そのために調節する量を⑭という。ボイラー水位を設定範囲内に収めるための⑭は、⑮である。

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 物体に熱を与えても温度上昇を起こさず物体の状態変化に費やされる熱量を潜熱といい、融解熱や蒸発熱はこれに該当する。
- B 自然循環式水管ボイラーは、ドラムと水管でボイラー水の循環回路を構成し、上昇管内の蒸気発生による密度の減少を利用してボイラー水を循環させるもので、高圧ボイラーでは、低圧ボイラーより、蒸気の密度が小さく上昇管内の気水混合物の平均密度が小さいので、循環力は大きい。
- C 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熱応力が生じる。水管ボイラーでは、直管より曲管の方が熱応力が緩和される。
- D 過熱器のある水管ボイラーで伝熱面の配置を蒸発部と過熱部に分けて考えると、全吸収熱量のうち、低圧ボイラーでは過熱部の占める割合が大きく、高温高圧ボイラーでは蒸発部の占める割合が大きい。
- E 炭素鋼にクロムやモリブデンを添加すると、高温使用時の組織の安定性が増し、クリープ強度が改善される。管壁温度が450～600℃程度の過熱器管用材料としては、クロムやモリブデンが添加された合金鋼管が用いられる。

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

問 5 次のAからEまでは、ボイラーの附属設備、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 並流形過熱器は、向流形過熱器に比べ、出口蒸気温度を高くできるが、蒸気出口部付近の管壁温度が高くなる。
- B 再生式空気予熱器は、伝熱式空気予熱器に比べ、単位容積当たりの伝熱量が大きく取れるので小形にできるが、空気の漏れが多い。
- C 全量式安全弁は、安全弁のリフトが弁座口の径の 1/40 以上 1/4 未満で、弁体が開いたときの流路面積の中で弁座流路面積が最小となるものをいう。
- D 変圧式アキュムレータは、ボイラー出口蒸気系統に配置され、低負荷時に過剰蒸気を容器内の水に吹き込み飽和水として蓄熱し、高負荷時に容器内圧力を下げ飽和蒸気を発生させる装置であり、その蒸気圧力は一定でなく常にボイラー出口蒸気圧力より低いが、短時間に大量の蒸気を得ることができる。
- E 連続ブロー装置は、ブロー水を胴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、蒸気を脱気器などに回収し、濃度の高い水を排出する方式などがある。

(1) A, B      (2) A, C      (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 起動時チェック形燃焼安全装置は、起動時に火炎検出器を含むすべての素子（電子部品）の故障チェックを行い、安全に運転ができない場合には燃焼動作に入らせない働きを持つものである。
- B 自然循環式水管ボイラーを一定負荷で運転しているときに蒸気流量が急に増加すると、ボイラー内の蒸発作用が激しくなり、ボイラー水の蒸気体積率が減少するため、ドラム水位は一時的に低下する。
- C 火炎の導電現象を利用したフレイムロッドによる火炎検出器は、直接高温の火炎中にフレイムロッドを挿入するので焼損しやすいため、燃焼時間が短い点火用ガスバーナの火炎検出を行う場合に限り用いられる。
- D 過熱器出口の蒸気温度を制御する操作量としては、①注水式過熱低減器における注水量、②過熱器ガス側における燃焼ガスバイパス量、③上下に変化させて火炉の吸収熱量を変えられるバーナの噴射角度、④ボイラー後部の低温ガスを火炉へ戻す再循環ガス量、などがある。
- E ボイラーへの燃料供給量を操作したときの蒸気圧力の応答は、燃焼遅れや伝熱遅れの影響によって遅れが生じるが、この遅れの時間である炉内時定数の値は、ストーカ焚きや微粉炭焚きの場合の方が、重油焚きやガス焚きの場合より小さい。

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

ボイラーの構造に関する知識 正答・正答例

問 1 (※正答例)

①

$$\eta_1 = \frac{W \times 10^3 \times \{x \times 10^{-2} \times h_g + (1 - x \times 10^{-2}) h_w - h_o\}}{FH_1 \times 10^3} \times 100$$

$$= \frac{30 \times 10^3 \times \{98.5 \times 10^{-2} \times 2802.45 + (1 - 98.5 \times 10^{-2}) \times 971.74 - 86.36\}}{2145 \times 40.60 \times 10^3} \times 100$$

≒ 92.6187 ≒ 92.61 (%) …… (答)

②

$$\eta_2 = \left\{ 1 - \left\{ \frac{G_g C (t_g - t_a)}{H_1 \times 10^3} + L_r \times 10^{-2} + L_u \times 10^{-2} \right\} \right\} \times 100$$

$$= \left\{ 1 - \left\{ \frac{14.07 \times 1.38 \times (150 - 15)}{40.60 \times 10^3} + 0.70 \times 10^{-2} + 0.30 \times 10^{-2} \right\} \right\} \times 100$$

≒ 92.5437 ≒ 92.54 (%) …… (答)

問 2 (※正答例)

	用語	意味
①	過熱蒸気	飽和温度以上に加熱された蒸気。
②	クリープ	高温で、材料にある応力を長時間加えると、比較的小さな応力であっても徐々に変形が進行し、ときには破断に至る現象。
③	熱通過 (熱貫流)	固体壁の両側に流体があり、その間に温度差がある場合、高温流体から壁面への熱伝達、壁の内部の熱伝導、壁の他面から低温流体への熱伝達からなる高温流体から低温流体への伝熱。
④	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。
⑤	安全弁の吹下り	安全弁の吹出し圧力と吹止り圧力との差又は吹始め圧力と吹止り圧力との差。

問 3 (※正答例)

(1) ① 放射形  
④ 上昇

② 低下

③ 対流形

(2) ⑤ 周効率

⑥ 長手効率

⑦ 1/2 以上

(3) ⑧ 屈折率の差  
⑪ 蒸気部

⑨ 赤色  
⑫ 水部

⑩ 緑色

(4) ⑬ 制御量

⑭ 操作量

⑮ 給水量

問 4 答 (4)

問 5 答 (2)

問 6 答 (4)

## 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 ボイラーの水管理について、次の問に答えよ。

答は、それぞれ本問で使用している記号を用いて計算式を示し、(1)は小数点以下第2位を四捨五入し、(2)は小数点以下第1位を切り捨て、(3)は小数点以下第1位を切り上げよ。

- (1) 硬度成分が  $\text{Ca}^{2+}$  濃度  $C_A = 25.0 \text{ mg/L}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  濃度  $C_B = 3.0 \text{ mg/L}$  の原水の全硬度  $H$  ( $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$ ) を求めよ。
- (2) (1)の原水を R-Na 強酸性陽イオン交換樹脂の軟化装置に通水して軟化水を採取するとき、1サイクル当たりの軟化水採取量  $Q$  ( $\text{m}^3$ ) を求めよ。  
ただし、軟化装置の樹脂の充填量  $R = 200 \text{ L}$ 、樹脂の交換容量  $M = 50 \text{ g CaCO}_3/\text{L}$  樹脂で、C、O、Ca、Mgの原子量はそれぞれ 12、16、40、24 とする。また、1サイクルとは、通水開始から樹脂が交換能力をなくし再生するまでの1工程をいうものとし、通水工程及び再生工程のイオン交換反応は完全に行われ、硬度漏れや樹脂の劣化・流失はないものとする。
- (3) (1)の原水を(2)の軟化装置で軟化した軟化水を給水するボイラーが、蒸発量  $E = 15 \text{ t/h}$ 、給水量に対する連続ブロー率  $b = 5\%$  で連続運転するとき、必要な1日当たりの樹脂の再生回数  $N$  (回/日) を求めよ。

問 2 ボイラーの蒸気配管におけるウォータハンマについて、次の問に答えよ。

- (1) ウォータハンマとはどんな現象か述べよ。
- (2) 送気開始の際の取扱い上のウォータハンマ防止策を2つ挙げよ。

問 3 キャリオーバに関する次の文中の□内に入れる適切な語句を答えよ。

- (1) キャリオーバは、ボイラー水中の溶解性蒸発残留物、□①や水滴が蒸気に混入してボイラー外に運び出される現象で、キャリオーバには、□②キャリオーバとシリカの□③キャリオーバがある。
- (2) □②キャリオーバには、□④と□⑤がある。□④は、ボイラー水が水滴の状態<sup>で</sup>蒸気に混入するもので、これを防ぐには、急激な□⑥を避けるようにすることなどが必要である。□⑤は、ボイラー水中に□⑦が存在したり、全蒸発残留物が過度に濃縮したときに、大きな□⑧をもった気泡が連続して形成され蒸気に混入するもので、□⑨を低下させる。
- (3) シリカは、ボイラーが□⑩になるほど蒸気中への溶解度が□⑪し、キャリオーバしやすくなる。タービンに送気する場合、キャリオーバしたシリカは、タービン低圧部で□⑫として□⑬し、タービンの□⑭をもたらす。これを防ぐには、ボイラー水中の□⑮を管理値範囲内に保つことが重要である。

問 4 次のAからEまでは、油<sup>た</sup>きボイラーの短時間の運転停止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 停止前にボイラー水位を高めに保持し、保有熱を多くする。
- B 蒸気やボイラー水の漏れを防ぐため、停止前に残圧が低めになるように燃焼量を調節する。
- C バーナが上下に2組ある場合は、上段のものから燃焼を止める。
- D 停止後にポストパージした後は、煙道のダンパを開放したままにしておく。
- E 停止後にポストパージした後は、のぞき窓から、炉内に燃料油が漏れていないか、バーナタイルに異常がないか調べる。

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

問 5 次のAからEまでは、安全弁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 油圧ジャッキによる安全弁作動試験を行う場合は、リフト、吹止り圧力、前漏れ・後漏れの有無の確認ができない。
- B 油圧ジャッキによる安全弁作動試験では、実際に蒸気が吹き出すことはないが、安全弁のシート面を損傷し、摺合せ補修が必要となることがある。
- C 安全弁を取り付けたままボイラーの水圧試験を行う場合は、ばね締付け調整ねじを十分に締めて安全弁が吹き出さないようにしなければならない。
- D 最高使用圧力が異なるボイラーを共通の蒸気だめに連結して同じ圧力で使用する場合は、すべての安全弁を最高使用圧力の最も低いボイラーに合わせて調整する。
- E 安全弁が吹止り圧力以下で漏れる場合は、テストレバーを動かして弁体と弁座の接触状況を点検する。

(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、石炭<sup>だ</sup>焼き流動層ボイラー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 起動に際しては、油ポンプを起動してから補助バーナ又は熱風炉バーナを点火する。
- B 起動に際しては、流動媒体温度が所定の温度に達してからスプレッドで石炭を投入する。
- C 運転中、流動層高が高いときは流動媒体を抜き出し、低いときは流動媒体を追加投入する。
- D 運転中は、流動層内温度を1000℃以上に保持する。
- E 運転中、燃焼排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度が上昇したときは、炉内への石灰石投入量を増す。

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



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)

$$\begin{aligned}
 H &= \left( \frac{\text{CaCO}_3}{\text{Ca}^{2+}} \times C_A \right) + \left( \frac{\text{CaCO}_3}{\text{Mg}^{2+}} \times C_B \right) \\
 &= \frac{100}{40} \times 25.0 + \frac{100}{24} \times 3.0 \\
 &= 75.000 = 75.0 (\text{mg CaCO}_3/\text{L}) \quad \dots\dots\dots (\text{答})
 \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{M \times 10^3 \times R}{H} \times 10^{-3} \\
 &= \frac{50 \times 10^3 \times 200}{75.000} \times 10^{-3} \\
 &\doteq 133.333 \quad \doteq 133 (\text{m}^3) \quad \dots\dots\dots (\text{答})
 \end{aligned}$$

(3)

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{E \times 24}{1 - b \times 10^{-2}} \times \frac{1}{Q} \\
 &\doteq \frac{15 \times 24}{1 - 5 \times 10^{-2}} \times \frac{1}{133.333} \\
 &\doteq 2.842 \quad \doteq 3 (\text{回/日}) \quad \dots\dots\dots (\text{答})
 \end{aligned}$$

問 2 (※正答例)

(1)

管内のドレンの残っているところへ急に蒸気を送ったりした場合などに、ドレンに接触する蒸気が急激に冷却されて真空状態になり管壁に衝撃を与えたり、ドレンが高速で走り曲管部や弁に強い衝撃を与える現象。

(2)

- ① 送気開始前にドレンを抜く。
- ② 送気開始前に暖管を行う。

問 3 (※正答例)

(1) ① 懸濁物

② 機械的

③ 選択的

(2) ④ プライミング

⑤ ホーミング

⑥ 負荷変動

⑦ 油脂類

⑧ 表面張力

⑨ 蒸気純度

(3) ⑩ 高圧

⑪ 増大

⑫ シリカスケール

⑬ 析出

⑭ 効率低下

⑮ シリカ濃度

問 4 答 (3)

問 5 答 (3)

問 6 答 (5)

## 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 ある褐炭の元素分析値は、質量比で炭素  $c = 0.528$ 、水素  $h = 0.048$ 、酸素  $o = 0.146$ 、窒素  $n = 0.009$ 、硫黄  $s = 0.006$ 、水分  $w = 0.177$ 、灰分  $a = 0.086$  である。

次の問に答えよ。

ただし、燃焼用空気は体積比で  $O_2$  が 21%、 $N_2$  が 79% とする。

(1) この褐炭の可燃成分の燃焼反応式を示せ。

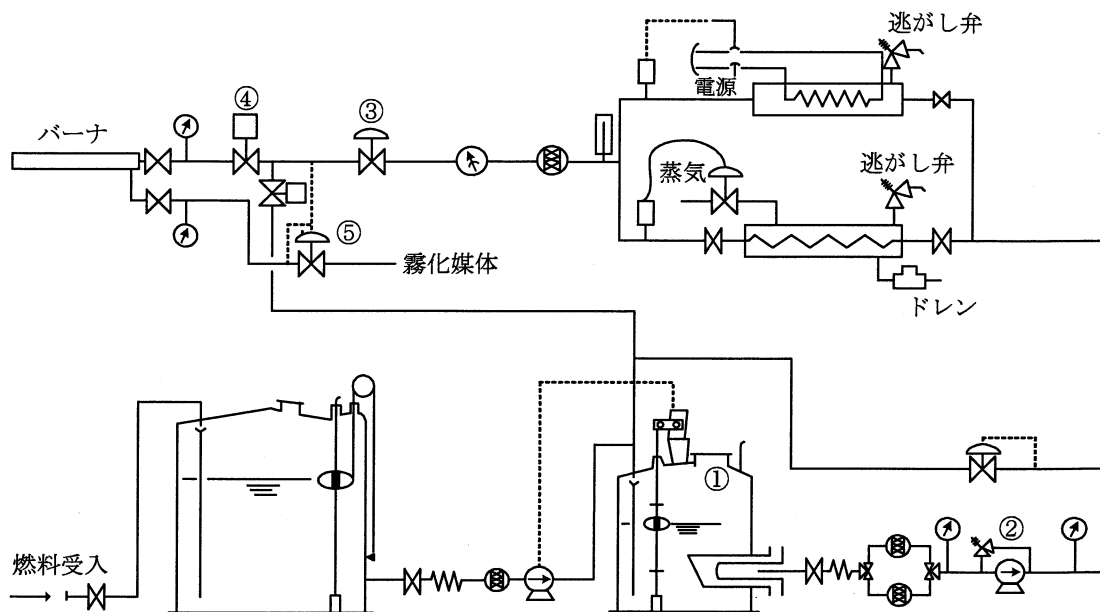
(2) この褐炭を空気比  $m = 1.3$  で燃焼させる場合、次の①～⑥の値を求めよ。

ただし、この褐炭の低発熱量  $H_l = 20.47 \text{ MJ/kg}$ 、湿り燃焼ガスの平均比熱  $C_m = 1.67 \text{ kJ}/(\text{m}_N^3 \cdot \text{K})$ 、基準温度  $t_o = 20^\circ\text{C}$  とする。

答は、それぞれ本問で使用している記号を用いて計算式を示し、①～⑤は小数点以下第 3 位を四捨五入し、⑥は小数点以下第 1 位を四捨五入せよ。

- ① 理論空気量  $A_o$  ( $\text{m}_N^3/\text{kg}$  燃料)
- ② 実際空気量  $A$  ( $\text{m}_N^3/\text{kg}$  燃料)
- ③ 理論乾き燃焼ガス量  $V_{do}$  ( $\text{m}_N^3/\text{kg}$  燃料)
- ④ 乾き燃焼ガス量  $V_d$  ( $\text{m}_N^3/\text{kg}$  燃料)
- ⑤ 湿り燃焼ガス量  $V_w$  ( $\text{m}_N^3/\text{kg}$  燃料)
- ⑥ 湿り燃焼ガスの理論燃焼温度  $t_{th}$  ( $^\circ\text{C}$ )

問 2 次の図は、C 重油の燃料油供給装置の構成を示すものである。図中の①～⑤の機器の名称と機能を述べよ。



問 3 流動層ボイラーに関する次の文中の□内に入れる適切な語句を答えよ。

- (1) 近年、循環流動層ボイラーは、□①速度を上げ、かつ、粒子の□②を長くとるために大型化の傾向にある。循環流動層ボイラーの中には、3～8 m/s の□①速度で□③から飛び出した□④粒子を□⑤で99%以上捕集し、□③へ戻すものがある。□③は一般に□⑥壁構造となっている。
- (2) 最近、1.5 MPa程度に加圧された流動層で燃焼する□⑦ボイラーが開発され、ボイラーの排ガスで駆動される□⑧とボイラーの発生蒸気で駆動される蒸気タービンを組み合わせた□⑨発電が実用化されている。
- (3) 流動層ボイラーは、石炭のみならず各種産業廃棄物の燃焼も可能であるが、□⑩を含む燃料の排ガスは腐食性が激しく、ボイラー各部に□⑪を使用するなどの対策が必要である。
- (4) 流動層ボイラーは、燃焼効率がほぼ□⑫燃焼に近く、また、環境対策面では□⑬や□⑭燃焼が可能である。しかし、大量の粒子を流動、循環させるため、伝熱面の□⑮に留意する必要がある。

問 4 次のAからEまでは、気体燃料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 天然ガスのうち、 $\text{CH}_4$ がほとんどのものを湿性ガス、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ のほかに $\text{C}_3\text{H}_8$ 以上の高級炭化水素を含むものを乾性ガスといい、発熱量は、それぞれ $38\sim 39 \text{ MJ/m}_N^3$ 、 $43\sim 51 \text{ MJ/m}_N^3$ 程度である。
- B LNGは、液化前に精製されるため、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 等の不純物を含んでいないのが特長であり、我が国では、輸入されたLNGをボイラー燃料や都市ガス原料として使用している。
- C LPGは、常温で加圧すると容易に液化する石油系炭化水素であり、成分は、 $\text{C}_3\text{H}_8$ 、 $\text{C}_3\text{H}_6$ 、 $\text{C}_4\text{H}_{10}$ 、 $\text{C}_4\text{H}_8$ 等である。液化すると体積は気体の約1/250となり、ポンプによる貯蔵、輸送が比較的容易である。
- D オフガスは、石油化学、石油精製工場で発生する副生ガスで、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$ を含む有用なガスである。
- E 高炉ガスは、製鉄所の高炉から発生するCOを主成分とするガスで、発熱量は、 $30\sim 35 \text{ MJ/m}_N^3$ 程度である。

- (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、重油<sup>た</sup>焚きボイラーの低温腐食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 SO<sub>2</sub>を含む燃焼ガスの酸露点は、SO<sub>2</sub>濃度が10～15ppmのとき、140℃前後である。
- B 燃料中の硫黄分は、燃焼によってSO<sub>2</sub>になり、その一部は更に酸化してSO<sub>3</sub>になり、更にこれが燃焼ガス中のH<sub>2</sub>Oと化合してH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>蒸気になる。
- C SO<sub>3</sub>を含む燃焼ガスの酸露点は、水分含有量が多いほど高くなる。
- D 高空気比燃焼を行えば、燃焼ガス中のSO<sub>2</sub>からSO<sub>3</sub>への転換率は低減し、その酸露点は低下する。
- E SO<sub>3</sub>を含む燃焼ガスの酸露点は、低濃度の範囲では、SO<sub>3</sub>濃度が高くなるほど高くなる。

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

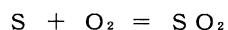
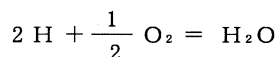
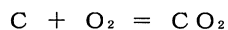
問 6 次のAからEまでは、ボイラーのNO<sub>x</sub>抑制に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 低空気比燃焼による方法は、可能な限り理論空気量に近い空気比で燃焼を行ってNO<sub>x</sub>生成を抑制するものであるが、空気比を下げすぎるとすすが発生しやすくなる。
- B 燃焼室熱負荷の低減による方法は、炉内温度及び火炎温度を低下させNO<sub>x</sub>生成を抑制するもので、ボイラーの能力を確保するには火炉が大きいものを選択することが重要である。
- C 空気予熱温度の低下による方法は、フューエルNO<sub>x</sub>生成を大幅に抑制するが、サーマルNO<sub>x</sub>生成の抑制には効果がない。
- D NO<sub>x</sub>抑制燃焼法は、燃料と空気の混合状態をできるだけ均一にし、平衡燃焼域を広く形成してNO<sub>x</sub>生成を抑制するものである。
- E 火炎冷却燃焼法は、火炎中に蒸気や水を吹き込むこと、表面積の大きい火炎を作り火炉の伝熱面に放射熱を与えることなどによって火炎温度を下げ、NO<sub>x</sub>生成を抑制するものである。

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

問 1 (※正答例)

(1)



(2) ①

$$\begin{aligned} A_o &= \frac{1}{0.21} \left\{ \frac{22.4}{12}c + \frac{22.4}{4} \left( h - \frac{o}{8} \right) + \frac{22.4}{32}s \right\} \\ &= \frac{1}{0.21} \left\{ \frac{22.4}{12} \times 0.528 + \frac{22.4}{4} \left( 0.048 - \frac{0.146}{8} \right) + \frac{22.4}{32} \times 0.006 \right\} \\ &\doteq 5.5067 \doteq 5.51 \text{ (m}^3\text{/kg 燃料) } \dots\dots\dots \text{ (答)} \end{aligned}$$

②

$$\begin{aligned} A &= mA_o \\ &\doteq 1.3 \times 5.5067 \\ &\doteq 7.1587 \doteq 7.16 \text{ (m}^3\text{/kg 燃料) } \dots\dots\dots \text{ (答)} \end{aligned}$$

③

$$\begin{aligned} V_{do} &= 0.79A_o + \frac{22.4}{12}c + \frac{22.4}{32}s + \frac{22.4}{28}n \\ &\doteq 0.79 \times 5.5067 + \frac{22.4}{12} \times 0.528 + \frac{22.4}{32} \times 0.006 + \frac{22.4}{28} \times 0.009 \\ &\doteq 5.3473 \doteq 5.35 \text{ (m}^3\text{/kg 燃料) } \dots\dots\dots \text{ (答)} \end{aligned}$$

④

$$\begin{aligned} V_d &= V_{do} + (m - 1)A_o \\ &\doteq 5.3473 + (1.3 - 1) \times 5.5067 \\ &\doteq 6.9993 \doteq 7.00 \text{ (m}^3\text{/kg 燃料) } \dots\dots\dots \text{ (答)} \end{aligned}$$

⑤

$$\begin{aligned} V_w &= V_d + \frac{22.4}{2}h + \frac{22.4}{18}w \\ &\doteq 6.9993 + \frac{22.4}{2} \times 0.048 + \frac{22.4}{18} \times 0.177 \\ &\doteq 7.7572 \doteq 7.76 \text{ (m}^3\text{/kg 燃料) } \dots\dots\dots \text{ (答)} \end{aligned}$$

⑥

$$\begin{aligned} t_{th} &= \frac{H_l \times 10^3}{V_w C_m} + t_o \\ &\doteq \frac{20.47 \times 10^3}{7.7572 \times 1.67} + 20 \\ &\doteq 1600.14 \doteq 1600 \text{ (}^\circ\text{C) } \dots\dots\dots \text{ (答)} \end{aligned}$$

問 2 (※正答例)

	名称	機能
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時間分程度ためておくほか、タンク出口の油加熱器で燃料油を加熱する。
②	噴燃ポンプ	燃料油をバーナから噴射するのに必要な圧力まで昇圧して供給する。
③	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。
④	油遮断弁	運転停止や緊急停止の際にバーナへの燃料油供給を遮断する。
⑤	霧化媒体差圧調節弁	霧化媒体の圧力を調節し、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 空塔    | ② 滞留時間   | ③ 燃焼室              |
| ④ 循環        | ⑤ サイクロン  | ⑥ 水冷               |
| (2) ⑦ 加圧流動層 | ⑧ ガスタービン | ⑨ 複合               |
| (3) ⑩ 塩素    | ⑪ 耐食材    |                    |
| (4) ⑫ 微粉炭   | ⑬ 炉内脱硫   | ⑭ 低NO <sub>x</sub> |
| ⑮ 摩耗        |          |                    |

問 4 答 (2)

問 5 答 (2)

問 6 答 (4)

特級ボイラー技士試験問題

関係法令

受験番号	
------	--

問 1 鋼製ボイラーの水管用鋼管の最小厚さ  $t$  は、次の式により算定される。

$$t = \frac{Pd}{2\sigma_a + P} + 0.005d + \alpha \dots\dots\dots \text{①}$$

ここで、 $t$  は、次表に示す管の外径に応じた下限値以上とし、管の外径は、127.0mm 以下とする。  
下の問に答えよ。

管の外径 (mm)	管の厚さの下限値 (mm)
38.1 以下	2.0
38.1 を超え 50.8 以下	2.3
50.8 を超え 76.2 以下	2.6
76.2 を超え 101.6 以下	3.2
101.6 を超え 127.0 以下	3.5

- (1) 式①において、 $P$ 、 $d$ 、 $\sigma_a$  はそれぞれ何を表すか答えよ。
- (2)  $P = 2.4 \text{ MPa}$ 、 $d = 76.2 \text{ mm}$ 、 $\sigma_a = 72 \text{ N/mm}^2$ 、 $\alpha = 1 \text{ mm}$  であるとき、式①を用い、鋼管の最小厚さ  $t$  (mm) を求めよ。  
答は、計算の過程を示し、小数点以下第 2 位を切り上げよ。

問 2 次の問に答えよ。

なお、「規則」とは、ボイラー及び圧力容器安全規則をいう。

- (1) 規則上、事業者が、ボイラーの附属品の管理について行わなければならない事項を 7 つ述べよ。
- (2) 規則上、事業者が、ボイラーの吹出しを行うときに守らなければならない事項を 2 つ述べよ。
- (3) 規則上、事業者が、ボイラーの点火を行うときに守らなければならない事項を 1 つ述べよ。



問 3 次の文中の□内に入れる、法令上、適切な語句又は数値を答えよ。

ただし、都道府県労働局長が構造検査、溶接検査及び使用検査の業務を行わない場合とし、それぞれの記述におけるボイラーは小型ボイラーを除くものとする。

(1) ボイラー設置届には、ボイラー明細書及び次の事項を記載した書面を添付しなければならない。

- ア □①及びその周囲の状況
- イ ボイラー及びその□②の配置状況
- ウ ボイラーの□③並びに□④及び□⑤の構造
- エ □⑥が正常に行われていることを監視するための措置

(2) 構造検査又は使用検査を受けた後□⑦年以上（設置しない期間の保管状況が良好であると都道府県労働局長が認めたボイラーについては□⑧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は、使用検査を受けなければならない。

(3) 登録製造時等検査機関は、□⑨に合格した移動式ボイラーについて、ボイラー検査証を交付する。

(4) 事業者は、ボイラーから排出されるばい煙による障害を予防するため、関係施設及び□⑩の改善その他必要な措置を講ずることによりばい煙を排出しないように努めなければならない。

(5) 事業者は、ボイラーについて、その□⑪した後、□⑫以内ごとに1回、定期に、ボイラー本体のほか、□⑬装置、□⑭装置並びに□⑮装置及び□⑯品について自主検査を行わなければならない。

問 4 ボイラー（移動式ボイラー、屋外式ボイラー及び小型ボイラーを除く。）に関する次のAからEまでの記述について、法令上、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 事業者は、ボイラーについては、伝熱面積が 5 m<sup>2</sup>以下のものを除き、ボイラー室に設置しなければならない。
- B 事業者は、安全弁その他の附属品の検査及び取扱いに支障がない場合を除き、ボイラーの最上部から天井、配管その他のボイラーの上部にある構造物までの距離を、1.2 m以上としなければならない。
- C 事業者は、ボイラー室その他のボイラー設置場所に燃料を貯蔵するときは、ボイラーと燃料又は燃料タンクとの間に適当な障壁を設ける等防火のための措置を講じた場合を除き、当該燃料をボイラーの外側から 2 m（固体燃料にあつては、1.2 m）以上離しておかななければならない。
- D 事業者は、ボイラーの整備の業務については、ボイラー整備士、又は、特級ボイラー技士でボイラーの整備の補助の業務に 6 か月以上従事した経験を有するものでなければつかせてはならない。
- E 事業者は、ボイラー検査証並びにボイラー取扱作業主任者の資格及び氏名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掲示しなければならない。

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

問 5 鋼製ボイラー(小型ボイラーを除く。)に関する次のAからEまでの記述について、法令上、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 蒸気ボイラーは、最高使用圧力の1.5倍の圧力(その値が0.2MPa未満のときは、0.2MPa)により水圧試験を行って異状のないものでなければならない。
- B 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。
- C ボイラーの溶接を行う部分には、炭素の含有量が0.25%を超える材料を使用してはならない。
- D 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。
- E 溶接部の試験板の機械試験に不合格となった場合であって、引張試験において試験成績が規定の90%以上のとき、又は、曲げ試験において溶接部の不合格の原因が溶接部の欠陥以外にあると認められるときは、再試験を行うことができる。

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

問 6 ボイラー(移動式ボイラー及び小型ボイラーを除く。)に関する次のAからEまでの記述について、法令上、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、都道府県労働局長が構造検査、溶接検査及び使用検査の業務を行わない場合とする。

- A ボイラーを製造した者は、登録製造時等検査機関の構造検査を受けなければならない。
- B 溶接による貫流ボイラー(気水分離器を有しないものを含む。)の溶接をしようとする者は、登録製造時等検査機関の溶接検査を受けなければならない。
- C 落成検査は、構造検査又は使用検査に合格した後でなければ、受けることができない。
- D 所轄都道府県労働局長は、落成検査に合格したボイラーについて、ボイラー検査証を交付する。
- E ボイラーの過熱器に変更を加えた者は、所轄労働基準監督署長が検査の必要がないと認めたボイラーを除き、所轄労働基準監督署長の変更検査を受けなければならない。

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

関係法令 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1)

$P$  : 最高使用圧力

$d$  : 鋼管の外径

$\sigma_a$  : 材料の許容引張応力

(2)

$$t = \frac{2.4 \times 76.2}{2 \times 72 + 2.4} + 0.005 \times 76.2 + 1$$

$$\approx 2.630 \approx 2.7 > 2.6 \text{ (下限値)}$$

よって、 $t \approx 2.7$ (mm) …… (答)

問 2 (※正答例)

(1)

- ① 過熱器用安全弁は、胴の安全弁より先に作動するように調整すること。
- ② 逃がし管は、凍結しないように保温その他の措置を講ずること。
- ③ 圧力計又は水高計は、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、その内部が凍結し、又は 80℃以上の温度にならない措置を講ずること。
- ④ 圧力計又は水高計の目盛りには、ボイラーの最高使用圧力を示す位置に、見やすい表示をすること。
- ⑤ 蒸気ボイラーの常用水位は、ガラス水面計又はこれに接近した位置に、現在水位と比較することができるように表示すること。
- ⑥ 燃焼ガスに触れる給水管、吹出管及び水面測定装置の連絡管は、耐熱材料で防護すること。
- ⑦ 温水ボイラーの返り管については、凍結しないように保温その他の措置を講ずること。

(2)

- ① 一人で同時に 2 以上のボイラーの吹出しを行わないこと。
- ② 吹出しを行う間は、他の作業を行わないこと。

(3)

- ① ダンパーの調子を点検し、燃焼室及び煙道の内部を十分に換気した後でなければ、点火を行わないこと。

問 3 (※正答例)

(1) ① ボイラー室  
④ 燃焼室

② 配管  
⑤ 煙道

③ 据付基礎  
⑥ 燃焼

(2) ⑦ 1

⑧ 2

(3) ⑨ 構造検査

(4) ⑩ 燃焼方法

(5) ⑪ 使用を開始  
⑭ 自動制御

⑫ 1か月  
⑮ 附属

⑬ 燃焼

問 4 答 (2)

問 5 答 (3)

問 6 答 (3)