

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

受験番号

問 1 ボイラー出口蒸気圧力2.5MPaで過熱器がないガス^ぎ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。このボイラーの性能に関し、次の(1)～(3)の間に答えよ。

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。

なお、答は、それぞれ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、答の端数処理はそれぞれの指示に従うこと。

また、気体の体積(m^3)は、標準状態(0°C 、 101.325kPa)に換算した値とする。

項目	記号	値
蒸発量	W	30 t/h
飽和蒸気の比エンタルピ	h_s	2802.45 kJ/kg
蒸気の乾き度	x	95.0 %
飽和水の比エンタルピ	h_w	971.74 kJ/kg
給水の比エンタルピ	h_o	86.36 kJ/kg
ガス燃料の低発熱量	H_l	40.60 MJ/ m^3 (燃料)
ガス燃料単位量あたりの排ガス量	G_g	14.07 m^3/m^3 (燃料)
排ガスの平均比熱	c	1.38 kJ/($\text{m}^3 \cdot \text{K}$)
排ガス温度	t_g	180 $^\circ\text{C}$
基準大気温度	t_a	20 $^\circ\text{C}$
放散熱損失	L_r	0.70 %
その他の熱損失	L_u	0.30 %

(1) 熱損失法によるボイラー効率 η (%)を求めよ。

なお、答は小数点以下第3位を四捨五入せよ。

(2) ボイラーのガス燃料消費量 F (m^3/h)を求めよ。

なお、答は小数点以下第1位を四捨五入せよ。

(3) このボイラーの空気予熱器の伝熱面積を増強し、排ガス温度を更に低温域まで熱回収し、ボイラー効率の改善(η_r)を図るとともに、ボイラーの蒸発量(W)や燃料消費量(F)を変えずに蒸気乾き度(x_r)を99.0%まで上げる気水分離器の改造を計画している。この改造で、計画すべき改善後のボイラー効率(η_r)及び空気予熱器の出口排ガス温度(t_{gr})を求めよ。

なお、答は小数点以下第1位を四捨五入せよ。

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 熱貫流(熱通過)
- ③ 過熱蒸気
- ④ 毎時換算蒸発量
- ⑤ 水管ボイラーのボイラー水の自然循環力

問 3 ボイラーの材料、伝熱、附属装置、制御など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) 大気圧下の水中に沈めた白金線に電流を通した沸騰特性試験での現象を観察する。白金線の温度を上げていくと、水への熱移動現象ではまずは比較的一定の熱伝達率の□①現象を呈し、線温度・熱流束とも増大するが、ある線温度に達すると蒸気泡が発生する□②に至る。気泡発生を生ずると熱伝達率は著しく増大し、線温度のわずかな上昇で熱流束も急激に増加する□③域に入り、やがてその上限に至る。上限を超えてさらに加熱し線温度を上げても熱流束は増えず、逆に発生蒸気泡が合体し熱伝達率が急減する遷移域の現象を経て□④域に入り、熱伝達率が低いまま線温度が急激に上昇し、やがて焼損に至る。この上限を□⑤という。
- (2) ボイラーの一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。この伸びが拘束されると応力が生じ、これを□⑥という。その値は、炭素鋼では温度差4℃につき約□⑦N/mm²であり、50℃では約□⑧N/mm²となり、ほとんどの炭素鋼の□⑨を超える大きなものである。
- (3) 二色水面計は光線の□⑩を利用して、透視式水面計のガラスに□⑪と□⑫の2光線を透過させ、蒸気部は□⑪に、水面部は□⑫に見えるようにしたものである。
- (4) ボイラーの圧力制御法において、並列制御方法は蒸気圧力を検出して、その蒸気圧力によって□⑬と□⑭を同時に調節する方式で、負荷が変動すると□⑮が適切な値とならない場合も生ずるので、負荷変動の少ないボイラーに適する。比率制御方法は蒸気圧力のほかに、□⑬と□⑭を検出して、その蒸気圧力によって□⑬の調節と、その調節された□⑬に応じて□⑮が適正な値となるように□⑭を調節する方式で、負荷変動の多いボイラーに採用される。

問 4 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、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- 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、主調節器と負荷配分器によりそれぞれのボイラーに負荷を配分する方式には、負荷変動をそれぞれのボイラーにある比率で配分する方法や、一方のボイラーの負荷を一定にして他のボイラーに負荷変動を吸収させる方法などがある。
- B ボイラードラムの水位制御において、給水量を操作したときのドラムの水位は、むだ時間Lを経過してからほぼ直線的に変化し、この直線の勾配から時定数Tが定義される。この水位制御の安定度は、TとLの比T/Lで決まり、この値が大きい場合は制御が容易であり、小さい場合は制御がやり難くなる。
- C 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の遅れは、燃料の種類や燃焼方式の違いによる燃焼遅れや伝熱遅れの影響によって生ずるが、この遅れの時間である炉内時定数の値は、重油・ガス焚き、微粉炭焚き、ストーカ焚きの順に大きくなる。
- D ボイラー時定数の値は、ボイラーの種類によって異なり、丸ボイラーが最も小さく、中形水管ボイラー、大形水管ボイラー、貫流ボイラーの順に大きくなる。
- E 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、外乱が生ずると定常状態に落ち着いた後にオフセットが生ずる。オフセットは比例帯の幅を広くすると小さくなるが、比例帯の幅を狭くし過ぎると比例動作が過大となってハンチングを生ずる。

- (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、附属装置、附属品などに関する記述であるが、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、特に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改善できる効率には限界がある。
- B 並流形過熱器は、向流形過熱器に比べ、少ない伝熱面積で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。
- C 3要素式自動給水調整装置は、水位、蒸気流量及び給水流量の変化により、ボイラーへの給水量を調整する方式である。この方式は水面の時定数の大きいボイラーや負荷変動の小さいボイラーに有効な制御方法である。
- D ブルドン管圧力計は、周囲温度が高いところでも使用できる耐熱形のものであっても、ブルドン管に高温の蒸気や高温の水が入らないようにサイホン管を取り付ける。
- E 安全弁の取付管台の構造については、①管台の内径は安全弁入口口径以上とし、できるだけ短く、入口には丸みをつけるなどして圧力損失を最小限にする、②2個以上の安全弁を共通の管台に設置する場合には、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。

(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又は放射度といい、物体表面の絶対温度の2乗に比例する。
- B 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。
- C 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が生ずる。この現象をクリープといい、炭素鋼では、350℃を超える場合はクリープの影響を考慮する必要がある。
- D 炭素鋼の内部応力を除去するためには、A₁変態温度以下の600～650℃に加熱し、その後徐冷する。これを応力除去焼鈍という。
- 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以下になるように周方向の管穴ピッチを定める。

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

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

受験番号	
------	--

問 1 ある水管ボイラー(運転圧力 6 MPa、給水量 F_w 50 t/h、運転中の缶水容量 B_w 15 t)を次表の水質管理項目に従って運転するとき、以下の問に答えよ。

水質管理項目	通常管理値	
	給水	ボイラー水
電気伝導率(mS/m)	0.1	40
シリカ(mg SiO ₂ /L)	0.02	2
りん酸イオン(mg PO ₄ ³⁻ /L)	—	10

(1) 各水質管理項目に係わる給水量に対する連続ブロー率を求めた上で、このボイラーの給水量に対する連続ブロー率 b (%) を求めよ。

答は、計算式及び計算の過程を示し、結果は、小数点以下第2位を四捨五入せよ。

(2) (1)の連続ブロー率でブローし、ボイラー水のりん酸イオン濃度 P_0 を通常管理値に維持するとき、給水に注入するりん酸三ナトリウムの量 f_p (mg Na₃PO₄/L) を求めよ。

なお、給水中のカルシウム(Ca)は無視するものとする。

ただし、各元素の原子量は下表のとおりとする。

元素	Na	P	O
原子量	23	31	16

答は、化学式及び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、小数点以下第3位を四捨五入せよ。

(3) このボイラーが(1)の連続ブロー率で運転されているとき、りん酸三ナトリウム注入配管の詰まりによって、ボイラー水のりん酸イオン濃度 P_1 が 2 mg PO₄³⁻/L に下がっていた。これを4時間の回復時間 T でボイラー水のりん酸イオン濃度の通常管理値 P_0 に戻すものとし、給水量に対するりん酸三ナトリウムの注入量 f_{p2} (mg Na₃PO₄/L) を求めよ。

なお、りん酸イオン濃度回復中のボイラー水の平均りん酸イオン濃度 P_2 は 6 mg PO₄³⁻/L とする。

答は、化学式及び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、小数点以下第3位を四捨五入せよ。

問 2 ボイラーの水面計の機能の確認と圧力計の試験は、どのようなときに行うか、それぞれ四つずつ述べよ。

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℃のときの値で表す。
- (3) □②は、すべてが□⑤ではなく、コロイド状シリカのような□⑥も含まれるが、水質条件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□⑦を作成しておけば□②の濃度は容易に推定できる。
- (4) □⑧を使用した給水及びボイラー水では、□②の濃度を求めるため□⑨分析をしても誤差が大きく測定が困難であるが、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 次のAからEまでは、蒸気を使用したスタートブローに関する記述であるが、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A スタートブローは、最大負荷の 50 % 以下のところで行うことが望ましい。
- B スタートブローの噴霧蒸気は、清掃効果を上げるために、密度の大きい湿り度の高い蒸気を使用する。
- C スタートブロワが複数設置されている場合は、一般に、燃焼ガスの流れに沿って上流側から行う。
- D スタートブローが終了したら、スタートブロー用蒸気配管の元弁を閉止し、ドレン弁を開放する。
- E スタートブローの効果は、スタートブロー実施前後の燃焼ガス温度計、通風計の指示値などによって確認できる。

- (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、安全弁の取扱いに関する記述であるが、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 油圧ジャッキによる安全弁封鎖試験を行う場合は、リフト、吹止り圧力及び前漏れ・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封鎖試験では、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、すべての安全弁の吹出し圧力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、ボイラーの腐食に関する記述であるが、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A アルカリ腐食は、高圧ボイラーの蒸発管内壁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皮膜を溶解して発生する腐食である。
- 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 グルーピングは、細長く連続した溝状を呈する腐食のことで、炉筒煙管ボイラーの炉筒前後端のフランジの曲が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は過熱器管や過熱器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、燃焼用空気を高い空気比で供給し、燃焼ガス中の三酸化硫黄の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, C (4) B, E (5) D, E

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

受験番号	
------	--

問 1 燃料プロパン(プロパン100%)の燃焼反応について、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%で、燃料は完全燃焼するものとする。
また、気体の体積(m^3)は、標準状態(0℃、101.325kPa)に換算した値とする。

(1) この燃料プロパンの燃焼反応式を示せ。

(2) この燃料プロパンを空気比 $m = 1.20$ で燃焼させる場合、次の①～④の値を求めよ。

ただし、この燃料プロパンは低発熱量 $H_l = 91.3 \text{ MJ}/m^3$ 、湿り燃焼ガスの平均比熱 $C_m = 1.67 \text{ kJ}/(m^3 \cdot K)$ 、基準温度 $t_o = 20^\circ\text{C}$ とする。

答は、それぞれ分子式及び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、

①～③は小数点以下第3位を四捨五入し、④は小数点以下第1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))及び実際の乾き燃焼ガス量 V_d (m^3/m^3 (燃料))
- ③ 湿り燃焼ガス量 V_w (m^3/m^3 (燃料))
- ④ 理論燃焼温度 t_{th} ($^\circ\text{C}$)

問 2 ボイラーで使用されている集じん方式の種類を四つ挙げ、それぞれの方式について、含じんガス中の粒子を捕集する方法を述べよ。

問 3 ボイラーの燃焼用空気量の次の三つの制御方法に関する記述について、文中の□内に入る適切な語句を答えよ。

(1) ダンパ・コントロール

ファンの□①側又は□②側の風道に設けたダンパの□③によって制御する方法で、最も簡単で比較的□④のボイラーに広く用いられている。ダンパの□⑤を利用して、流量を絞るので運転効率は悪く、消費動力が不経済などの欠点がある。

(2) ベーン・コントロール

ファンの□①に装備されるベーンの開度によって風量調節を行うもので、ファンの□⑥への流入気流の方向を□⑦に旋回させることにより、仕事量が減るので抵抗損失は少なく、所要動力は相当の節約になる。運転効率がよく、ダンパ・コントロールが使われるボイラーに比べて□⑧のボイラーに広く採用されている。□⑨ベーンを有するものと、□⑩ベーンを有するものの二通りあるが、ファンの形式、用途に応じていずれかが選ばれる。

(3) 回転数制御

回転数制御は、ファンの回転数を□⑪に比例して制御するものでファンの□⑫は回転数に比例し、□⑬は回転数の2乗に比例し、□⑭は回転数の3乗に比例するという特性に対して、バーナスロットのような固定オリフィスに空気が通過するときのスロット上流の圧力はスロットを通過する□⑮の2乗に比例するという原理によって、ファンの回転数を□⑪に比例して制御するだけで□⑮制御が成立し、かつ、動力費を大きく節約できる。

問 4 次のAからEまでは、液体燃料の性質に関する記述であるが、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 液体燃料を動揺させないで一定条件下で冷却していき、試験管中の燃料を傾けても、5秒間動かなくなった時の温度を凝固点といい、この温度より5℃高い温度を流動点という。
- B バーナでの油の噴霧状態に適切な動粘度は $15 \sim 30 \text{ mm}^2/\text{s}$ であり、C重油を噴霧燃焼させるには、 $80 \sim 110^\circ\text{C}$ 程度に加熱する必要がある。
- C 残留炭素分は、燃焼によって発生するばいじんの指標ともなり、ボイラーにおける残留炭素分によるばいじん濃度(g/m^3)のおおよその目安は、残留炭素分(wt%)に0.2～0.4を乗じて得られる。
- D 液体燃料中の炭素、水素の質量比(C/H)が大きいほどすすを生じやすく、C/Hの概略の値はC重油で8、A重油で7、灯油で6程度である。
- E 重油中に水分が多量に含まれると、燃焼の不安定、フィルタの目詰まり及びタンク、配管、バーナなどの金属部分の腐食の原因になる。

(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、燃焼に関する記述であるが、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 液体や固体の燃料中の炭化水素を大気中で燃やすと、赤白色の火炎を発生し、これは輝炎であり、この輝炎は、燃料成分が高温で分解してできた微細な遊離炭素が加熱されて輝くために生じる。
- B 流動層ボイラーでは、石炭を投入した場合は流動層全体が流動して、層内の上下温度と成分が均一になり、ここに石灰石を投入することにより炉内脱硝が可能となる。
- C 可燃性ガスと空気との混合割合がある範囲のとき、その混合ガスは燃焼し、この範囲を爆発範囲又は可燃範囲といい、この限界を爆発限界又は可燃限界という。
- D 燃焼によって生成されるすすは、残留炭素形と気相析出形に大別でき、油又は石炭の燃焼時に発生するすすは、残留炭素形が多いとされる。
- E 拡散火炎は、予混合火炎に比べて燃焼が早く完了する特長があるが、ガス流速をある範囲より大きくすると吹き消えが起こる。

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

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

- A 温度測定方法には、対象物に直接接触して温度を測定する方法と、物体の放射などを利用して温度を測定する方法があり、接触式温度計には、熱による液体や気体の体積変化を利用して温度を測るものがある。
- B 電気抵抗温度計は、金属の電気抵抗が温度により変化する性質を利用したもので、精度が高く、そのうち、测温抵抗体は細い線を磁器、雲母などの枠に巻いて、金属、磁器又は石英などの保護管に納められたものである。
- C 熱電対温度計は、2本の異種の金属線の両端を接合し、両接点に温度差を与えると回路に起電力が発生する性質を利用した温度計で、ボイラー本体に設置された熱電対本体と冷接点を普通の電線で結び、冷接点を氷点に保ち、回路に発生した電圧で熱接点の温度を測る。
- D 接触式温度計は、感熱部が被测温体と同じ温度になるため、感熱部の耐熱性に制限はあるが、測定精度は高い。非接触式温度計は耐熱性の問題はないが、測定対象物と周囲の輝度差が小さい場合、正しい温度を知ることが難しいことがある。
- E 光高温計は、高温物体から放射される特定波長の放射エネルギーを測定し、光電管を用いて被测温体とフィラメントの輝度を自動的に合わせて物体の温度を測定しようとする温度計である。

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

特級ボイラー技士免許試験問題

関係法令

受験番号	
------	--

- 問 1 中低面に圧力を受けるステータがない鋼製ボイラーの全半球形鏡板の最小厚さ t (mm) は、次の式により求めることができる。この式に関し、次の問に答えよ。

$$t = PRW / (2 \sigma_a \eta - 0.2 P) + \alpha$$

ただし、鏡板自体の溶接効率は100%とする。

- (1) 上の式において、 R は t を計算しようとする全半球形鏡板の内面の半径を表すが、 P 、 σ_a 、 W 及び α は、それぞれ何を表すか答えよ。
- (2) $P = 1.8$ MPa、 $R = 800$ mm、 $\sigma_a = 102$ N/mm² であるとき、上の式を用い、 $\alpha = 1$ mm として、全半球形鏡板の最小厚さ t (mm) を求めよ。
なお、全半球形鏡板の場合、 $W = 1$ である。
また、答は、計算式及び計算の過程を示し、結果は、小数点以下第2位を切り上げよ。

- 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又は煙道の内部に入るときの措置及びボイラー室の管理等に関し、次の問に答えよ。

- (1) そうじ、修繕等のためにボイラー又は煙道の内部に入る労働者の安全を確保するために、事業者が行わなければならない事項を四つ述べよ。
- (2) ボイラー室の管理等については、ボイラー室その他のボイラー設置場所には、関係者以外の者がみだりに立ち入ることを禁止し、かつ、その旨を見やすい箇所に掲示すること等事業者が管理する事項が定められているが、この事項以外にボイラー室について、事業者が管理すべき事項を四つ述べよ。

問 3 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附属品の管理に関する次の文中の□内に入る、適切な語句又は値を答えよ。なお、同じ語句又は値を複数回使ってもよい。

法令上、事業者は、ボイラーの安全弁その他の附属品の管理について、次の事項を行わなければならない。

- (1) 安全弁は、□①以下で作動するように調整すること。
- (2) 過熱器用安全弁は、□②の安全弁より□③に作動するように調整すること。
- (3) 逃がし管は、□④しないように□⑤その他の措置を講ずること。
- (4) 圧力計又は水高計は、使用中その機能を害するような□⑥を受けることがないようにし、かつ、その内部が□⑦し、又は□⑧以上の温度にならない措置を講ずること。
- (5) 圧力計又は水高計の□⑨には、当該ボイラーの□⑩を示す位置に、見やすい表示をすること。
- (6) 蒸気ボイラーの□⑪は、ガラス水面計又はこれに接近した位置に、□⑫と比較することができるように表示すること。
- (7) 燃焼ガスに触れる給水管、吹出管及び□⑬の連結管は、□⑭で防護すること。
- (8) 温水ボイラーの□⑮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。

問 4 ボイラー及び圧力容器安全規則に関する次の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 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都道府県労働局長に返還しなければならない。
- B ボイラーを設置している者がボイラーの使用を休止しようとする場合において、その休止しようとする期間がボイラー検査証の有効期間を経過した後にわたるときは、当該ボイラー検査証の有効期間中にその旨を所轄労働基準監督署長に報告しなければならない。ただし、認定を受けた事業者については、この限りではない。
- C 設置されたボイラーに関し事業者に変更があったときは、変更後の事業者は、その変更後10日以内に、ボイラー検査証書替申請書にボイラー検査証を添えて、所轄労働基準監督署長に提出し、その書替えを受けなければならない。
- D 登録製造時等検査機関は、使用検査のために必要があると認めるときは、ボイラーの被覆物の全部を取り除くことを、使用検査を受ける者に命ずることができる。
- E 事業者は、ボイラーの点火を行うときは、ダンパーの調子を点検し、燃焼室及び煙道の内部を換気した後でなければ、点火を行ってはならない。

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

問 5 次のAからEまでの記述のうち、ボイラー構造規格の定めと異なっているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 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、8 mm 以上としなければならない。
- B 管以外の部分の厚さは、最小厚さから0.25 mmを減じた値以上でなければならない。
- C ころ広げによって水管を取り付ける水管ボイラーの胴板の管取付部の完全な輪形をなす接触面における厚さは、8 mm 以上でなければならない。
- 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38.1 mm 以下のときは、2.0 mm 以上としなければならない。
- E 鋼製ボイラーの材料の許容圧縮応力は、許容引張応力の80%の値とする。

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

問 6 次のAからEまでの記述のうち、ボイラー及び圧力容器安全規則又はボイラー構造規格に定めら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、取り扱うボイラーが貫流ボイラーのみのとき、伝熱面積の合計が500m²以上の場合、一級ボイラー技士の免許を受けた者を、ボイラー取扱作業主任者として選任することができる。
- B 事業者は、ボイラー取扱作業主任者に、ばい煙の濃度測定を職務のひとつとして行わせなければならない。
- C 事業者は、取り扱うボイラーが電気事業法の適用を受けるものについても、一定規模を超えるボイラーの取扱いの作業については、ボイラー取扱作業主任者を選任しなければならない。
- D 事業者は、空気予熱器について、ボイラーの使用を開始した後、1か月以内ごとに1回、定期的に、その損傷の有無について自主検査を行わなければならない。
- E 配管用ステンレス鋼管(日本工業規格G 3459)は、ボイラーの伝熱管に使用することができる。

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

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 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1) 熱損失法によるボイラー効率

$$\eta = 100 - \left[\frac{Gg \cdot c \cdot (t_g - t_a)}{H_l \times 10^3} \times 100 + L_r + L_u \right] \dots\dots\dots \text{答}$$

$$= 100 - \left[\frac{14.07 \times 1.38 \times (180 - 20)}{40.60 \times 10^3} \times 100 + 0.7 + 0.3 \right] = 91.348 \approx 91.35 \% \dots\dots\dots \text{答}$$

(2) ボイラーのガス燃料消費量

$$F = \frac{W \times 10^3 \times \{x \times 10^{-2} \times h_s + (1 - x \times 10^{-2}) \times h_w - h_o\}}{\eta \times 10^{-2} \cdot H_l \times 10^3} \dots\dots\dots \text{答}$$

$$= \frac{30 \times 10^3 \times \{95.0 \times 10^{-2} \times 2802.45 + (1 - 95.0 \times 10^{-2}) \times 971.74 - 86.36\}}{91.348 \times 10^{-2} \times 40.60 \times 10^3}$$

$$= 2123.0 \approx 2123 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots \text{答}$$

(3) 改造で計画すべき改善後のボイラー効率及び空気予熱器の出口排ガス温度
(改造で計画すべき改善後のボイラー効率(η_r))

$$\eta_r = \eta \times \frac{x_r \times 10^{-2} \times h_s + (1 - x_r \times 10^{-2}) \times h_w - h_o}{x \times 10^{-2} \times h_s + (1 - x \times 10^{-2}) \times h_w - h_o} \dots\dots\dots \text{答}$$

$$= 91.348 \times \frac{99.0 \times 10^{-2} \times 2802.45 + (1 - 99.0 \times 10^{-2}) \times 971.74 - 86.36}{95.0 \times 10^{-2} \times 2802.45 + (1 - 95.0 \times 10^{-2}) \times 971.74 - 86.36}$$

$$= 93.897 \approx 93.90 \% \dots\dots\dots \text{答}$$

(改造で計画すべき空気予熱器の出口排ガス温度(t_{gr}))

$$t_{gr} = t_a + \frac{H_l \times 10^3 \times \{100 - (\eta_r + L_r + L_u)\} / 100}{Gg \cdot c} \dots\dots\dots \text{答}$$

$$= 20 + \frac{40.60 \times 10^3 \times \{100 - (93.90 + 0.7 + 0.3)\} / 100}{14.07 \times 1.38}$$

$$= 20 + 106.6 \approx 127 \text{ }^\circ\text{C} \dots\dots\dots \text{答}$$

問 2 (※正答例)

項目	用語	意味する内容
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	熱貫流(熱通過)	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
③	過熱蒸気	飽和温度以上に加熱された蒸気
④	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の量に換算した蒸発量
⑤	水管ボイラーのボイラー水の自然循環力	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た水管ボイラーにおいて、下降管と蒸発管の密度の差による圧力差に相当する力

問 3 (※正答例)

- | | | |
|-------------|-------------|-------|
| (1) ① 自然対流 | ② 沸騰開始点 | ③ 核沸騰 |
| ④ 膜沸騰 | ⑤ パーンアウト熱流束 | |
| (2) ⑥ 熱応力 | ⑦ 9.8 | ⑧ 120 |
| ⑨ 許容応力 | | |
| (3) ⑩ 屈折率の差 | ⑪ 赤色 | ⑫ 緑色 |
| (4) ⑬ 燃料量 | ⑭ 空気量 | ⑮ 空燃比 |

問 4 答 (5)

問 5 答 (3)

問 6 答 (2)

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 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1) 給水量に対する連続ブロー率

電気伝導率による連続ブロー率 $b_1 = \frac{0.1}{40} \times 100 = 0.25 \approx 0.3(\%)$

シリカによる連続ブロー率 $b_2 = \frac{0.02}{2} \times 100 = 1.00 \approx 1.0(\%)$

} 答

よって、 $b = 1.0 (\%)$ 答

(2) 給水に注入するりん酸三ナトリウムの量

$f_p = \frac{P_o b}{100} \times \frac{\text{Na}_3\text{PO}_4}{\text{PO}_4^{3-}}$ 答

$= \frac{10 \times 1.000}{100} \times \frac{164}{95} = 0.172 = 0.17 (\text{mgNa}_3\text{PO}_4/\text{L})$ 答

(3) りん酸イオン濃度回復時の給水量に対するりん酸三ナトリウムの注入量

$f_{p2} = P_2 \times \frac{b}{100} \times \frac{\text{Na}_3\text{PO}_4}{\text{PO}_4^{3-}} + (P_o - P_i) \times \frac{B_w}{T \times F_w} \times \frac{\text{Na}_3\text{PO}_4}{\text{PO}_4^{3-}}$ 答

$= 6 \times \frac{1.000}{100} \times \frac{164}{95} + (10 - 2) \times \frac{15}{4 \times 50} \times \frac{164}{95}$

$= 0.103 + 1.035 = 1.138 \approx 1.14 (\text{mgNa}_3\text{PO}_4/\text{L})$ 答

問 2 (※正答例)

水面計の機能の確認

次のうち四つ。

- ① ボイラーの使用を始めるとき。
- ② 取扱い担当者が交代し、次番者が引き継いだとき。
- ③ 水面計を修理したとき。
- ④ フォーミング、プライミングがあったとき。
- ⑤ 2個以上の水面計の水位が異なるとき。
- ⑥ 水位の動きがにぶく、正しい水位かどうか疑いを生じたとき。
- ⑦ 一日に一回以上。

圧力計の試験

次のうち四つ。

- ① ボイラー性能検査のとき。
- ② ボイラーの補修後及び長期休止後にボイラーを使用するとき。
- ③ 安全弁の実際の吹出し圧力と調整圧力が異なるとき。
- ④ 同じ圧力で使用中の他のボイラーの圧力と異なるとき。
- ⑤ (フォーミング、プライミング及びボイラー水中の不純物などのために、)圧力計の連絡管がふさがった疑いのあるとき。
- ⑥ 圧力計に残針があるとき。
- ⑦ 蒸気が直接圧力計に触れた疑いのあるとき。

問 3 (※正答例)

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

問 4 答 (1)

問 5 答 (3)

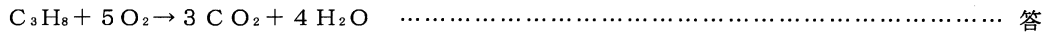
問 6 答 (4)

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 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1) 燃料プロパンの燃焼反応式



(2)

① 理論空気量

$A_o = \frac{1}{0.21} (5 \times C_3H_8)$ 答

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

② 理論乾き燃焼ガス量及び実際の乾き燃焼ガス量

理論乾き燃焼ガス量

$V_{do} = 3 \times CO_2 + 0.79 A_o$ 答
 $= 3 \times 1 + 0.79 \times 23.809 = 21.809 \approx 21.81 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ (燃料)}$ 答

実際の乾き燃焼ガス量

$V_d = V_{do} + (m - 1)A_o$ 答
 $= 21.809 + (1.20 - 1) \times 23.809 = 26.570 \approx 26.57 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ (燃料)}$ 答

③ 湿り燃焼ガス量

$V_w = V_d + H_2O$ 答
 $= 26.570 + 4 = 30.570 \approx 30.57 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ (燃料)}$ 答

④ 理論燃焼温度

$t_{th} = \frac{H_I \times 10^3}{V_w c_m} + t_o$ 答

$= \frac{91.3 \times 10^3}{30.570 \times 1.67} + 20 = 1808.3 \approx 1808 \text{ }^\circ\text{C}$ 答

特級ボイラー技士免許試験問題

関係法令 正答・正答例

問 1 (※正答例)

(1)

- P : 最高使用圧力 答
- σ_a : 材料の許容引張応力 答
- W : 鏡板の形状に関する係数 答
- α : 付け代 答

(2) 全半球形鏡板の最小厚さ

$$t = 1.8 \times 800 \times 1 / (2 \times 102 \times 1 - 0.2 \times 1.8) + 1 \quad \text{答}$$

$$= 8.1 \text{ mm} \quad \text{答}$$

問 2 (※正答例)

(1) そうじ、修繕等のためにボイラー又は煙道の内部に入る労働者の安全を確保するために、事業者が行わなければならない事項

次の4項目。

- ① ボイラー又は煙道を冷却すること。
- ② ボイラー又は煙道の内部の換気を行うこと。
- ③ ボイラー又は煙道の内部で使用する移動電線は、キャブタイヤケーブル又はこれと同等以上の絶縁効力及び強度を有するものを使用させ、かつ、移動電灯は、ガードを有するものを使用させること。
- ④ 使用中の他のボイラーとの管連絡を確実にしゃ断すること。

(2) ボイラー室について、事業者が管理すべき事項

次のうち四つ。

- ① ボイラー室には、必要がある場合のほか、引火しやすいものを持ち込ませないこと。
- ② ボイラー室には、水面計のガラス管、ガスケットその他の必要な予備品及び修繕用工具類を備えておくこと。
- 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をボイラー取扱作業主任者に所持させること。
- ⑤ 燃焼室、煙道等のれんがに割れが生じ、又はボイラーとれんが積みとの間にすき間が生じたときは、すみやかに補修すること。

問 3 (※正答例)

(1) ① 最高使用圧力

(2) ② 胴 (ドラム) ③ 先

(3) ④ 凍結 ⑤ 保温

(4) ⑥ 振動 ⑦ 凍結 ⑧ 80度

(5) ⑨ 目もり ⑩ 最高使用圧力

(6) ⑪ 常用水位 ⑫ 現在水位

(7) ⑬ (全員正解としました。) ⑭ (全員正解としました。)

(注：(7)の文中の「連結管」の語句が誤記であったため、空欄⑬及び⑭は全員正解としました。)

(8) ⑮ 返り管

問 4 答 (2)

問 5 答 (5)

問 6 答 (4)