

## 特級ボイラー技士試験問題

## ボイラーの構造

受験番号	
------	--

問 1 温度 25℃、圧力 101.3kPa の湿り空気がある。絶対湿度が 0.014 の場合、水蒸気及び乾き空気の分圧はそれぞれ何kPaか。また、相対湿度は何%か。

ここで、25℃における水蒸気の飽和圧力は 3.17 kPa、一般ガス定数は  $8.31 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$ 、分子量は空気が 29、水蒸気は 18 とする。

答は、計算の過程を示し、分圧については小数点以下第 3 位を、相対湿度については小数点以下第 1 位をそれぞれ四捨五入せよ。

問 2 自然循環式水管ボイラー、強制循環式水管ボイラー及び貫流ボイラー（小形貫流ボイラーを除く。）に関して、次の事項について述べよ。

ボイラー水の循環など水の運動  
構造上の特徴  
使用圧力の範囲と主な用途

問 3 次の文中の□に入る適切な語句又は数値を答えよ。

(1) 固体内部に温度差があると、高温部から低温部へと熱の流れが生じる。固体の内部で、熱が一つの分子から隣の分子へと順次伝わる現象を□という。この現象によって伝わる熱量は温度差に比例し、□に逆比例する。

固体の表面とそれに接する流体との間での熱移動を□という。この現象によって伝わる熱量は流体の温度と固体の表面温度との差及び□に比例する。

固体壁の両側に流体があり、その間に温度差がある場合の伝熱は高温流体と壁面までの□、壁の内部の□、壁の他面から低温流体までの□からなり、これを□という。

物体がその温度に応じて保有する内部エネルギーの一部を電磁波の形で放出する熱放射は他の物体面にあたり吸収され、このことによって生じる熱移動を□という。物体から放射されるエネルギーは物体表面の□の 4 乗に比例する。

(2) 材料の降伏点は、炭素鋼の場合は明瞭に現れるが、□、鋳鉄では明らかでない。この場合は通常□%の永久ひずみを生じる応力をもって降伏応力とみなし、これを□という。

一般に金属材料は、高温である応力を長時間加えると、比較的小さな応力であっても徐々に□が進行し、破断に至る。この現象を□という。

(3) 安全弁の性能を表す用語として、安全弁の出口側で流体の微量な流出が検知されるときに入口側の圧力を吹始め圧力といい、安全弁がポッピングするときの入口側の圧力を□という。入口側の圧力が減少して弁体と弁座が再接触するときの圧力を□という。

また、□と□の差を□という。

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、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A オン・オフ制御は、熱要求に対してバーナの燃焼量は一定で、バーナをオン・オフさせて燃焼時間を変える制御であり、比例制御は、熱要求の大きさに比例して、バーナの燃焼量を低燃焼から高燃焼の範囲で連続的に変える制御である。
- B 制御の安定度は時定数  $T$  とむだ時間  $L$  の比  $T/L$  で表され、この値が大きい場合は制御が困難となる。
- C 調節器の積分動作は制御偏差に比例した速度で操作量を加減するもので、これを単独で使用すると安定はよくないが、比例動作と組み合わせると一般にオフセットを消して安定した制御が得られる。
- D 空気量の調節には、ファン出口ダンパの開度を変える方法、ファン入口の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がある。による方法は簡単で応答も早いですが、低負荷において動力損失が大きい欠点がある。
- E 自然循環式水管ボイラーにおけるドラム水位の逆応答の傾向は、低圧ボイラーほど著しく、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逆応答の程度は少なくなる。

(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、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 過熱温度特性は、放射形過熱器ではボイラーの負荷が増大すると過熱温度が上昇する傾向になるが、対流形過熱器では逆の温度特性になる。これを適当に組み合わせれば、負荷の変化に対して影響の少ない過熱温度特性が得られる。
- B エコノマイザには、出口の給水温度がボイラーの圧力に相当する飽和温度より低い不蒸発式のもの、給水の一部を蒸発させ、気水混合物の状態を送り出す蒸発式のものがある。前者の方式が一般的である。
- C 空気予熱器は、伝熱方式によって、管形、板形、ヒートパイプ形などの伝導式と、回転形、固定形、移動形などの再生式がある。後者は前者に比べてガス及び空気の漏れが多い欠点はあるが、単位容積当りの伝熱量が大きいので小形にできる。
- D 平形反射式水面計は、平形ガラスを金属製の箱内に納めて、ガラスの裏面には三角の縦みぞを数条つくり、光の通過と反射の作用によって蒸気部は白く、水部は黒く見える構造にしたものである。
- E 耐熱形圧力計は、周囲温度の高い所で使用できるので、ブルドン管に蒸気や高温の水が入っても差し支えない。

(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、ボイラー用材料及び工作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 炭素鋼の内部応力を除去するためには、 $A_1$  温度以下の 600 ~ 650 で加熱し、その後急冷する。これを応力除去焼鈍という。
- B 鉄鋼材料の湿食における  $2 H^+ + 2 e^- \rightarrow H_2$  の陰極反応は、水溶液が酸性の場合急速に進行するが、中性又はアルカリ性では極めて遅い。
- C 炭素鋼にクロムを添加すると耐酸化性、クリープ強度が改善される。また、焼入性が非常によくなり 1 %程度以上添加すると空冷でも硬化するが、溶接や高温加工は容易に行うことができる。
- D 鉄鋼材料の溶接施工前は、状況に応じて開先部の周辺を適当な温度に予熱するのが一般的であり、溶接後は、材料のひずみや残留応力を除去するための熱処理が必要である。
- E 丸ボイラーで、煙管、管ステーなどを溶接で取り付ける場合には、溶接の前後にころ広げを行い、管と管穴の間にすき間ができないようにすることが肝要である。

( 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

## ボイラーの取扱い

受験番号	
------	--

問 1 水管式ボイラーで保有水（保有水量 18 ton）の  $\text{SO}_3^{2-}$  濃度を測定したところ  $20 \text{ mg SO}_3^{2-} / \ell$  であった。このボイラーの給水に亜硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  を  $600 \text{ g/h}$  の割合で連続注入しながら流量  $14 \text{ t/h}$  の給水を開始した。給水開始からボイラー水中の  $\text{SO}_3^{2-}$  濃度が  $10 \text{ mg SO}_3^{2-} / \ell$  になるまでの時間（分）を求めよ。

ここで、給水の溶存酸素濃度は  $8 \text{ mg O} / \ell$  であり、脱酸素は亜硫酸ナトリウムのみで行われるものとし、吹出しは行わないものとする。また、原子量は Na が 23、S が 32 とする。

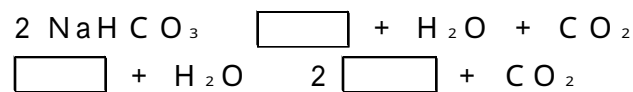
答は、計算の過程を示し、小数点以下第一位を四捨五入せよ。

問 2 ある工場で 2 基の水管ボイラーを運転し、蒸気だめを使用して  $4 \text{ MPa}$  の蒸気を供給している。水抜きをして停止していた別の水管ボイラー（エコノマイザ 1 基及び通気式過熱器 1 基が附属）を起動するとき、ボイラー本体、エコノマイザ、過熱器のそれぞれの吹出し弁、空気抜き弁、ドレン弁及び主蒸気弁（バイパス弁及び蒸気逆止め弁はない。）の操作手順と操作内容について、水張り - 点火・暖気 - 昇圧 - 送気までの過程に従って箇条書きに述べよ。

問 3 水処理方式に関する次の文中の□内に入る適切な語句を答えよ。

水処理方式とは、給水及びボイラー水の□調節方式を意味し、丸ボイラー及び水管ボイラーでは、□、□及び□がある。貫流ボイラーでは、微量の溶存酸素を許容する□もある。

丸ボイラーで主に使用する□水には、□を溶存しているので、ボイラー水中で下式のように分解して□が生じる。



このように、□水は、アルカリ水処理を行わなくてもよいので、□のボイラーに広く採用されている。

高圧ボイラーでは、蒸発管内でボイラー水が□して□に役立っている□皮膜を溶解して□腐食を発生させる懸念がある。

問 4 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、酸洗浄とアルカリ洗浄とがあるが、新設時のボイラーでは、両者を行うことが必要である。
- B 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。
- C 酸洗浄は、前もって熱負荷の高い付近の管を抜管して、予備調査する。
- D 酸洗浄には、塩酸、くえん酸、キレート剤などが多く使用される。
- E 酸洗浄は洗浄液の流速が早い方がよく、5 m/s 以上を確保する。

(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、ボイラーの運転中の異常の原因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 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 予熱空気の異常な高温は、単なる火炎の短絡よりもむしろ二次燃焼が原因である。
- 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る場合であっても、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。

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

問 6 次のAからEまでは、石炭だき流動層ボイラーの点火・昇圧の手順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 ドラム水位を確認し、ボイラー水循環ポンプを起動し、次いで灰処理装置を起動する。
- B ファンを起動してプレパージを開始した後、流動媒体が静止層高であることを確認する。
- C 油ポンプを起動して熱風バーナを点火し、ボイラーを昇温・昇圧する。
- D スプレッドを起動し、流動媒体が所定の温度に達したら石炭を投入する。
- E 流動層内温度を1000 以上に保持する。

(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

## 燃 料 及 び 燃 焼

受験番号	
------	--

問 1 次の問に答えよ。

- (1) エタン ( $C_2H_6$ )  $1m^3_N$  当たりの理論空気量 ( $m^3_N/m^3_N$  エタン) 及び理論乾き燃焼ガス量 ( $m^3_N/m^3_N$  エタン) を求めよ。
- (2) エタン ( $C_2H_6$ )  $1m^3_N$  を空気比 1.1 で燃焼させた場合の乾き燃焼ガス量 ( $m^3_N/m^3_N$  エタン)、湿り燃焼ガス量 ( $m^3_N/m^3_N$  エタン) 及び乾き燃焼ガス中の酸素 ( $O_2$ ) の体積割合 (%) を求めよ。

ここで、燃焼用空気の体積比は、 $O_2$  が 21%、 $N_2$  が 79% とする。

答は、燃焼の反応式及び計算の過程を示し、小数点以下第 3 位を四捨五入せよ。

問 2 バブリング流動層ボイラーの燃焼装置の構造の特徴及び燃焼上の特徴をそれぞれ 4 つ述べよ。

問 3 低温腐食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。

軟鋼は濃度の  硫酸には耐えるが、 硫酸には激しく侵される。重油燃焼排ガスの場合、軟鋼の表面温度が  程度のとき低温腐食が最も激しくなる。

低温腐食を防止するために、空気予熱器の伝熱面の温度が  以下にならないよう  を併用する、予熱された空気の一部を空気予熱器に  する、空気予熱器に入る空気の一部を  させる、燃焼ガスと空気を  にするなどの方法がとられている。

一方、 を行えば燃焼ガス中の  の濃度が減少するので  から  への転化率は  し、腐食は減少する。

このように、 は  効果があるばかりでなく、 上もよい。

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、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より5℃高い温度を凝固点という。
- B 一般に、ポンプによる送油に必要な動粘度は $500\sim 1000\text{ mm}^2/\text{s}$ であり、バーナでの油の噴霧状態に適切な動粘度は $15\sim 30\text{ mm}^2/\text{s}$ である。
- C 引火点は、燃料油を加熱して発生する蒸気が空気と混合し、点火源が無くても引火する最低の温度をいう。
- D 燃料の密度は、燃焼性を示す粘度、引火点、炭素・水素比、残留炭素分、硫黄分、窒素分と互いにリンクし、特殊なものを除けば、通常、密度の大きいものほど難燃性となる。
- E ボイラーにおける残留炭素分によるばいじん濃度( $\text{g}/\text{m}^3$ )のおおよその目安は、残留炭素分(wt%)に $0.02\sim 0.04$ を乗じて得られる。

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

問 5 次のAからEまでは、ボイラーの熱管理にかかわる計測方法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 酸素分析計のジルコニア方式は、ジルコニアが常温下で酸素イオンだけを通過させる性質を利用したもので、ジルコニア素子の両端に電極を設け、その一方に試料ガス、他方に空気を流して酸素濃度差を与え、その濃度差によって、両極間に起電力が生じるのでこれを検出するものである。
- B 一酸化炭素の赤外線吸収法は、一酸化炭素の赤外線領域における光吸収性を利用したものである。
- C オルザット法は、代表的な化学分析法で、装置が携帯式であり、排ガス中の $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}$ を分析するものである。
- D 機械式二酸化炭素分析計は、 $\text{CO}_2$ の密度が空気の1.5倍あることを利用したものである。
- E 電気式二酸化炭素分析計は、空気の熱伝導度を100としたとき、燃焼排ガスの主成分中、窒素、酸素などの成分が90～100に対し、二酸化炭素が約160であることを利用して、 $\text{CO}_2$ の含有率を求めるものである。

(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 燃焼により発生する  $SO_x$  は主として  $SO_2$  であり、 $NO_x$  は主として  $NO$  である。これらは大気中の  $O_2$  によって酸化され  $SO_3$ 、 $NO_2$  になり、さらに水蒸気と反応して  $H_2SO_4$  (硫酸) や  $HNO_3$  (硝酸) となって、酸性雨として降下する。
- B ボイラーの運転管理面からの酸性雨対策としては、燃焼用過剰空気を減らすのがよい。
- C ごみ焼却炉では、塩化ビニールなどの石油化学製品を含むごみを焼却するとダイオキシンが発生し、300 程度で飛灰中に多く含まれる。500 程度の高温になると熱分解する。
- D 大気汚染防止法によって大気汚染物質として指定されているものは、ばい煙、粉じんであり、自動車からの排気は含まれない。
- E アシッドスマットは、すすの微細な炭素粒子が硫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、直径数mmの扁平状になったものである。

(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

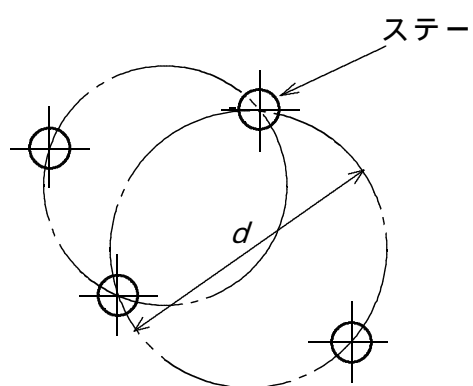
## 関 係 法 令

受験番号	
------	--

- 問 1 ステーで支えられる板の最小厚さ  $t$  は、次の算式により求めることができる。  
以下の問に答えよ。

$$t = \rho \sqrt{\frac{P}{C\sigma_a}}$$

- (1) 上記の算式中の  $\rho$ 、 $P$ 、 $C$  及び  $\sigma_a$  はそれぞれ何を表わすか。
- (2) 次の図のように、ステーが配置されている場合の  $\rho$  の算式を、同図中の  $d$  を用いて示せ。  
この場合において、 $d$  は、3つのステーの中心を通り、その他のステーを含まない最大円の径とする。



- (3) 上図のようにステーが配置されている場合において、 $d = 38\text{cm}$ 、 $C = 2.1$ 、 $P = 0.8\text{MPa}$ 、 $\sigma_a = 102\text{ N/mm}^2$  とするときの、ステーによって支えられる板の最小厚さ (mm) を求めよ。  
答は、小数点以下第 2 位を切上げせよ。

- 問 2 ボイラーの附属品の管理について 6 項目及びボイラー室の管理について 4 項目、法令に規定されている事項を述べよ。

問 3 次の文中の□に入る適切な語句又は数値を答えよ。

- (1) □及び□のみが溶接によるボイラー又は□以外の応力を生じない部分のみが溶接によるボイラーは、溶接検査を受ける必要がない。
- (2) ボイラー取扱作業主任者の職務には、次のものがある。  
 ア 圧力、水位及び□を監視すること。  
 イ □及び□の機能の保持に努めること。  
 ウ 1日に1回以上□の機能を点検すること。
- (3) ボイラー及びボイラーに敷設された金属製の煙突又は煙道の外側から□メートル以内にある可燃物については、□以外の不燃材で被覆しなければならない。
- (4) 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□の改善その他必要な措置を講じ、ばい煙を排出しないように努めなければならない。
- (5) 内面に圧力を受ける胴又はドームに使用する板の最小厚さは、□が加わったときに当該板に生じる応力と当該板の□とが等しくなる場合の当該板の厚さに□を加えた厚さとする。
- (6) ステーによって支えられる板の厚さは、□ミリメートル以上としなければならない。
- (7) 溶接部の許容引張応力は、材料の□に□を乗じて求める。

問 4 次のAからEまでは、ボイラー及び圧力容器安全規則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 ボイラー取扱作業主任者の選任に係る伝熱面積の算定に当たり、厚生労働大臣が定める自動制御装置を備えたボイラーについては、その伝熱面積を算入しなくてよい。
- B ボイラーの溶接の業務のうち、管台、フランジ等を取り付ける場合の溶接の業務については、普通ボイラー溶接士を就かせることができる。
- C ボイラー検査証の有効期間は1年であり、その更新を受けようとするためには、性能検査を受けなければならないが、所轄労働基準監督署長が認めたボイラーについては、有効期間更新のための性能検査を一定の期間省略することができる。
- D 所轄労働基準監督署長は、変更検査に合格したボイラーについて、そのボイラー検査証に裏書を行うが、変更検査を省略したボイラーについても、そのボイラー検査証に裏書を行う。
- E ボイラーの使用を休止しようとする場合において、その休止期間がボイラー検査証の有効期間を経過した後には、有効期間中にその旨を所轄労働基準監督署長に報告すればよい。

- (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、ボイラー構造規格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 原則として、給水装置の給水管には、蒸気ボイラーに近接した位置に、給水弁及び逆止め弁を取り付けなければならない。
- B 溶接部の引張試験において、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 パーセント以上で、かつ、溶接部に欠陥がないときに合格とすることができる。
- C 自動的に点火することができる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、復旧後に自動的に再起動できるものでなければならない。
- D ボイラーは、最高使用圧力の 1.5 倍の圧力（その値が 0.2 メガパスカル未満のときは、0.2 メガパスカル）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。
- E 登録性能検査機関は、検査の際にボイラーの欠陥、腐食等を認めた場合には、当該ボイラーの設置地を管轄する労働基準監督署長に、その欠陥、腐食等の程度に応じた最高使用圧力の決定を要請しなければならない。

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

問 6 次の A から E までは、ボイラーの構造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) のうちのどれか。

- A 特定廃熱ボイラーを製造した者は、登録製造時等検査機関が行う構造検査を受けなければならない。
- B 都道府県労働局長は、構造検査に合格したボイラーについて、構造検査の申請者に対しボイラー検査証を交付する。
- C 構造検査を受ける者は、構造検査の実施に際し、都道府県労働局長が命じたときは、ボイラーの被覆物の全部又は一部を取り除かなければならない。
- D ボイラーを設置しようとする者は、構造検査に立ち会わなければならない。
- E 溶接によるボイラーについては、溶接検査に合格した後でなければ構造検査を受けることができない。

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