

特級ボイラー技士試験

(平成14年1月～平成14年6月 実施分)

ボイラーの構造

問1 大気圧 101.3 kPa{ 760 mmHg}において、温度 20 °C、絶対湿度 0.01 の湿り空気がある。湿り空気的气体定数はどれだけか。また、湿り空気 5 m³中に含まれる水蒸気の量は何kgか。

この場合、一般ガス定数は $8.31 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$ { $848 \text{ kgf} \cdot \text{m}/(\text{kmol} \cdot \text{°C})$ }、乾き空気の分子量は29、水蒸気分圧は 1.6 kPa{ 12 mmHg}とする。

答えは、ガス定数については小数点以下 2 桁目を、水蒸気の量は小数点以下 4 桁目をそれぞれ四捨五入せよ。

問2 空気予熱器（エアープレヒータ）の得失を 4 つあげ、簡単に説明せよ。

問3 次の文中の（ ）内に入る適切な語句を答えよ。

- (1) 自然循環式水管ボイラーにおいて、循環力は(①)と(②)における内部の密度差による圧力差であり、循環回路の(③)に等しい。このボイラーにおける水の(④)を確実に行わせるには、(⑤)を加熱しないで(⑥)の(⑦)を大きく保つことやボイラーの高さを大きくすることが有効である。高圧ボイラーでは蒸気の(⑧)が大きく、蒸発管内の平均密度が大きいので(⑨)は低下しがちである。
- (2) ボイラーの伝熱面の配置を蒸発部と過熱部に分けて考えると、比較的圧力の低いボイラーでは、吸収熱量のうち蒸発部の占める割合が(⑩)。これに対し高温高圧ボイラーの吸収熱量の割合は、蒸発部が(⑪)、過熱部が(⑫)なる。
- (3) 蒸気を高温まで過熱することが多い高温ボイラーでは、過熱器の(⑬)が著しく増大するので、一次過熱器と二次過熱器とに分けて設けられる。このようなボイラーでは、(⑭)を負荷の広い範囲にわたって一定に保つために、一次過熱器と二次過熱器の間に過熱温度(⑮)を設置するなど、いろいろな過熱温度の制御方法がとられる。

問4 次のAからEまでは、ボイラーの種類および構造等に関する記述であるが、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 水管ボイラーの本体の伝熱面は、比較的圧力の低い産業用ボイラーでは、一般に水冷壁管と接触伝熱面となる水管群とを組み合わせた形式をとるが、事業用火力発電所などで使用される高温高圧ボイラーでは、水冷壁管だけからなり、接触伝熱面となる水管群のない放射ボイラーの形式をとる。
- B 蒸気の熱伝達率は沸騰水のそれに比べてはるかに大きい。そのため、高温にさらされ強い加熱を受ける水管の内側に発生蒸気が停滞すると、管壁

温度が高くなって水管の膨出が起きることがある。

- C 蒸気をプレス機械などに使用する場合には、高圧でも飽和温度の低い流体を用いた熱媒ボイラーが使用される。
- D 皿形鏡板に生じる応力は、すみの丸みの部分において最も大きい。この応力は、すみの丸みの半径が小さいほど大きくなる。
- E 貫流ボイラーは、他の形式のボイラーに比べて起動は最も早い、負荷変動によって大きな圧力変動を生じやすい。

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

問5 次のAからEまでは、ボイラー用鉄鋼材料に関する記述であるが、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 特殊鋼や非鉄金属の降伏点は明らかでないので、この場合は、通常 0.2 % の永久ひずみを生じる応力を降伏応力とみなし、これを耐力という。
- B 一般に水溶液（電解質）中に鉄を浸すと電気化学的に腐食が進行するが、pH値を上げ、かつ、溶存酸素を減少させれば陰極反応が遅くなり、これに伴って陽極反応すなわち鉄の腐食も減少する。
- C マルテンサイト組織は、通常、焼戻し温度が高いほど硬度、強度は上昇し、伸び、衝撃値は下がる。
- D 炭素鋼の内部応力を除去するためには、A 1 変態温度以上の適当な温度で加熱し、その後徐冷する。これを応力除去焼鈍といっている。
- E 鉄鋼材料に繰り返し応力が生ずる場合は、その引張り強さよりも低い応力で材料が破壊することがある。これを材料の疲れ破壊という。

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

問6 次のAからEまでは、ボイラー自動制御に関する記述であるが、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 調節器の微分動作の働く大きさ（時間）は微分時間と呼ばれ、操作量変化と制御偏差の変化速度との比を示す時間によって表される。
- B 空気量の調節には、入口ベーンによる制御が効率も良く簡単であり、2段変速モータと組み合わせて使用する例が多い。
- C ボイラーの時定数のおよその値は、ボイラーの種類によって、丸ボイラーが一番大きく、次いで中型水管ボイラー、大型水管ボイラー、貫流ボイラーの順になっている。

D 一定負荷で運転しているボイラーの蒸気流出量を急に増やした場合、蒸気体積率が減少するため、水位は急に下降する。

E ボイラーを2基以上自動制御で並列運転する場合であって、主調節器を設けずに各ボイラーの蒸気圧力調節器によって任意の負荷配分をするときは、各ボイラーの圧力調節器の動作に積分動作を含めなければならない。

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

ボイラーの取り扱い

問1 原水を水質分析したところ、カルシウムイオン濃度及びマグネシウムイオン濃度がそれぞれ $20.0\text{mg Ca}^{2+}/\text{リットル}$ 、 $3.6\text{mg Mg}^{2+}/\text{リットル}$ であった。

次の問いに答えよ。

答えは、(1)、(2)とも計算の過程を示し、小数点以下第2位を四捨五入せよ。

なお、Ca、Mgの原子量はそれぞれ40、24とする。

- (1) この原水の全硬度はいくらか。
(2) この原水をR-Na陽イオン交換樹脂60リットルを充てんした軟化装置に通したとき、1サイクル当たりの処理量 (m^3) はいくらか。
この場合、R-Na陽イオン交換樹脂の交換容量は $50\text{gCaCO}_3/\text{リットル}$ -樹脂で、通水工程、再生工程のイオン交換反応は100%行われるものとし、硬度の漏えい及び樹脂の劣化はないものとする。

問2 ボイラーの低水位事故の防止対策を5つ簡潔に述べよ。

問3 次の文中() 内に入る適当な語句又は数値を答えよ。

- (1) 流動層ボイラーは公害防止上、(①)の対策としては(②)の投入で、(③)が行われ、(④)の対策として、燃焼温度が(⑤)と低く、(⑥)燃焼が可能である。
(2) ボイラーを保圧状態で休止する場合、小容量ボイラーや水管ボイラーは(⑦)が少ないので、冷えやすく、休止中にボイラー内が真空になるおそれがあり、(⑧)を吸い込んで(⑨)が発生したり、(⑩)を損傷するおそれがある。
(3) ボイラーの(⑪)や(⑫)に火炎が衝突すると、水の(⑬)を生じ、その結果、水管の(⑭)などを起こし、(⑮)災害につながるおそれがある。

問4 ボイラーに関する次のAからEまでの記述について、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A ブロー（吹出し）を過度に行うと、ガラス水面計のガラス及び防食板に損傷をあたえやすい。
- B 給水ポンプの軸のグランドパッキンは、締め付けが緩い場合、空気を吸い込み、また、締め過ぎると軸が焼損することがあるので、水が少し滴下するくらいがよい。
- C 油だきボイラーで過剰空気が多すぎるとボイラー効率は低下するが、燃料は完全燃焼するので、過剰空気が硫酸腐食の進行の原因とはならない。
- D ボイラーを焚き始める場合には、本体に急激な応力が生じないように時間をかけてゆっくりと圧力上昇が平均するように温度上昇を調整する必要がある。
- E 高温水を供給する高温水ボイラーの水管理目標値としては、ボイラーの構成材料が、鉄系または鉄系－銅系のいずれであっても、補給水のpHは7～9とすべきである。

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

問5 ボイラーに関する次のAからEまでの記述について、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

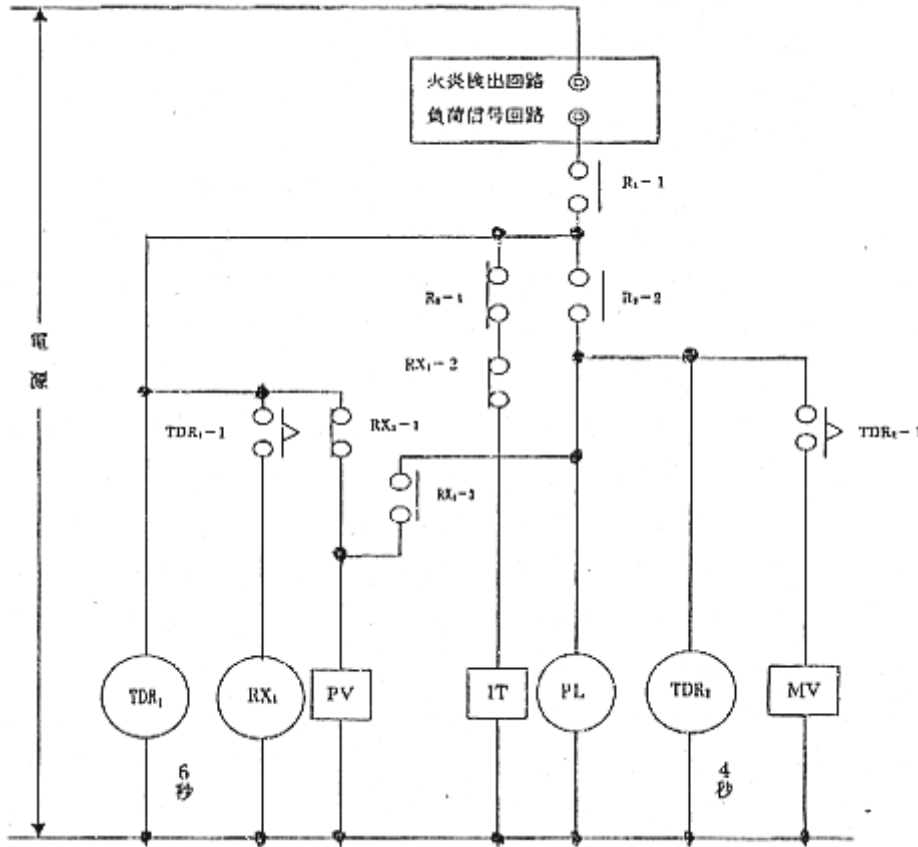
- A 未燃物の二次燃焼などにより空気予熱器が焼損する場合があるが、未燃物が空気予熱器の伝熱面に付着するのは、ボイラーが相当の高負荷で使用されているときに多い。
- B 通風機（ファン）から送られてくる空気量は、媒等の付着によって煙道ガスの通路が狭くなっても一般には影響されない。
- C 節炭器（エコノマイザ）の内面腐食は、給水に溶解した酸素によることが最も多く、特に鋼管製の節炭器の給水は脱気することが必要である。
- D 過熱器出口の蒸気温度は、ドラム水位を高い状態で運転を続けていると、突然降下する場合がある。
- E ボイラーの起動時、過熱器内にドレンプラグを生じると局部的に過熱器温度を過上昇させる原因となる。

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

問6 下記の回路図は、ボイラー自動起動停止の点火シーケンス回路の一例である。

今、負荷リレー接点R 1 - 1が閉じ、点火燃焼系に通電したとき、動作の記述で正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

ただし、回路及び回路中の機器、接点などには異常はないものとする。
 なお、接点R 1 - 1はプレパージ終了と同時に閉じて、点火シーケンス回路に通電し点火動作を開始させるものであり、接点R 2 - 1及びR 2 - 2は火炎検出器がパイロット炎を検出すると、接点R 2 - 1は開き、R 2 - 2は閉じるものである。



—記号の説明—

R₁-1 : 負荷リレー接点
 R₂-1 } パイロットバーナ
 R₂-2 } フレームリレー接点
 TDR₁ } 限時動作型
 TDR₂ } タイマコイル
 TDR₁-1 : TDR₁接点
 TDR₂-1 : TDR₂接点
 RX₁ : 電磁リレー

RX₁-1 }
 RX₁-2 } RX₁接点
 RX₁-3 }
 PV : パイロット弁
 IT : 点火トランス
 PL : パイロットランプ
 MV : 主燃料遮断弁

A R 1 - 1が閉となればパイロット弁は、直ちに開かれる。

B R 1 - 1が閉となれば直ちに点火トランスはパイロットバーナへの点火動作を開始する。

- C 引続きパイロット弁が開になっている間は、点火トランスも常にパイロットバーナへの点火動作を続ける。
- D 起動が正常の場合、主燃料遮断弁はR 1 – 1 通電後 10 秒以内に開かれる。
- E パイロットランプはR 1 – 1 通電後、6 秒を過ぎ、10 秒以内に点灯することもある。

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

燃料及び燃焼

問1 質量比で炭素70%、水素6%、酸素14%、灰分10%を成分とする産業廃棄物を空気比1.4で燃焼すると燃料1kg当たりの理論空気量 (m³N)、理論乾き燃焼ガス量 (m³N)、乾き燃焼ガス量 (m³N) 及び (CO₂) max はいくらか。計算の過程を示し答えよ。

ただし、燃焼用空気は体積比でO₂が21%、N₂が79%とし、答は小数点以下第3位を四捨五入せよ。

問2 遠心力集じん装置、洗浄集じん装置、ろ過集じん装置、電気集じん装置のうち、1つを選び、それぞれの原理、効率等の特徴を5つ簡明に述べよ。

問3 噴霧式油バーナの構成に関する次の文中 () 内に入る適当な語句を答えよ。

- (1) エアレジスタは、バーナの中心から噴射する燃料油に (①) を供給し、有効に混合して火炎を安定させるための (②) を調節する機能をもつ。
- (2) アトマイザは燃料油を霧状に (③) して、バーナ中心から炉内に向けて (④) 状に噴射する装置である。
- (3) スタビライザは、燃料噴流と空気の初期混合を早めて (⑤) を確実にし、燃焼の安定を図るもので、主として (⑥) を与えるものをディフューザと言い、(⑦) を与えるものをスワラという。
- (4) バーナタイルは、燃料と空気を炉内に噴射する炉壁に設けた開口部を構成する (⑧) であり、これにより火炎の (⑨) が保たれ、また、その (⑩) によって着火を確実にし、火炎の (⑪) が図られる。
- (5) 点火用 (⑫) を装備した点火用バーナが (⑬) である。
- (6) ウインドボックスは、バーナを取り付ける壁面に設けられる密閉した箱であり、ファンから送られた燃焼用空気の (⑭) の大部分を (⑮) に変え、各バーナに均一に空気を供給する。

問4 次のAからEまではNO_x発生の抑制策に関する記述であるが、効果のある

ものの組合せとして、正しいものは(1)~(5)のうちどれか。

- A 燃焼の第1段は空気過剰とし、第2段は理論空気量以下とする。
- B 燃焼ガスの一部を燃焼用空気に混合して炉内に送る。
- C 空気予熱器をエコノマイザに切り替え、燃焼用空気の温度を下げる。
- D 過剰空気量をできるだけ多くする。
- E バーナ群の一方を燃料過剰とし、他方を空気過剰として燃焼させる。

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

問5 次のAからEまでは気体燃料を固体・液体燃料と比べた場合の特徴を記したものであるが、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 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、予混合の火炎には適するが、拡散炎の大容量バーナには向かない。
- B 気体燃料は、わずかな過剰空気ですべて完全燃焼し、一般に腐食性がなく廃熱回収が容易であり、きわめて高いボイラー効率が達成できる。
- C 燃料中の硫黄、窒素分、灰分が少なく公害防止上有利である。
- D いったん漏えいすると爆発混合気を作り、ガス爆発を発生しやすいので、漏えい防止、漏えい検知等に留意する必要がある。
- E 一般に気体燃料の特性として、火炎は輝炎となり熱放射が大きい。

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

問6 高さ100m、大気温度 20 °C、平均ガス温度 200 °Cの煙突がある。この煙突の理論通風力[Pa]{mmH₂O}は、次のうちどれか。

ただし、標準状態における外気及びガスの密度はいずれも 1.293 kg/m³Nとする。

- (1) 400 Pa{41 mmH₂O} (2) 420 Pa{43 mmH₂O}
(3) 450 Pa{46 mmH₂O} (4) 480 Pa{49 mmH₂O}
(5) 500 Pa{51 mmH₂O}

関係法令

問1 内面に圧力を受ける円筒で、板の厚さが内径の4分の1を超え、かつ、内部の蒸気の温度が使用する材料のクリープ領域に達しないものの板の最小厚さは、次式により算定される。

ただし、

$$Z = (\sigma_a \cdot \eta + P) / (\sigma_a \cdot \eta - P)$$

(1) この式において、 P 、 σ_a 、 η 、 d はそれぞれ何を表すか。

(2) 下図のような管穴を有する胴で、

$$D_i = 120 \text{ mm}$$

$$P = 20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = 102 \text{ N/mm}^2$$

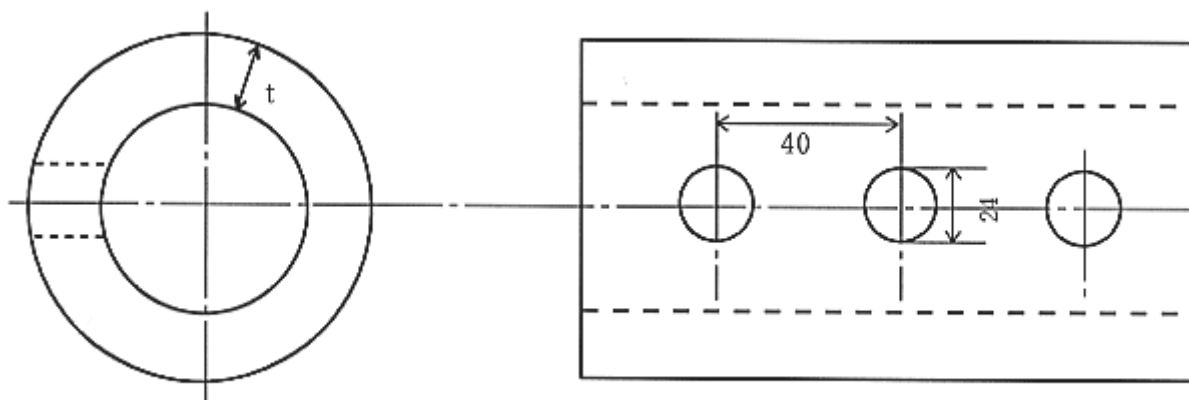
であるとき、胴の最小厚さを求めよ。

ただし、

$$\eta = (p - d) / p$$

p : 穴のピッチ d : 穴の直径

とする。



(単位 mm)

問2 ボイラー（移動式ボイラーを除く。）について、設置、使用、変更、休止、廃止に至るまでの間、法令上必要とされる検査、届出、報告等について、その種類とそれぞれの手続きを行う公的機関名を解答用紙に記せ。

問3 次の文中の（ ）内に入る適当な用語又は数値を答えよ。

- (1) 蒸気ボイラーの安全弁の(①)量は、当該ボイラーの(②)量以上としなければならない。
- (2) ボイラーの溶接部は、溶け込みが十分で、かつ、割れ又は(③)、(④)、(⑤)等で有害なものがあってはならない。
- (3) 胴の内径が750 mmを超える蒸気ボイラー（貫流ボイラーを除く。）には、ボイラー本体又は水柱管に、ガラス水面計を(⑥)個以上設けなければならない。ガラス水面計は、そのガラス管の最下部が蒸気ボイラーの使用維持しなければならない最低の(⑦)を指示する位置に取り付けなければならない。
- (4) ボイラーの胴及びドームに使用する板の厚さは、原則として(⑧) mm

以上としなければならない。

- (5) 電気ボイラーの伝熱面積は、電気設備容量 (9) kWを1 m²とみなして算定し、貫流ボイラーの伝熱面積は燃焼室入口から過熱器入口までの水管の (10) 等に触れる面積により算定する。
- (6) 製造許可申請においては、強度計算、製造又は検査設備、 (11) の経歴の概要、 (12) の資格及び数、溶接によって製造するときは (13) 試験の結果を添えて申請する。
- (7) ボイラー取扱作業主任者の選任にあたって伝熱面積を算定する場合は、貫流ボイラーについてはその伝熱面積に (14) を乗じて得た値とし、廃熱ボイラーについては、その伝熱面積に (15) を乗じて得た値とする。

問4 次の記述のうち、法令上、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 労働安全衛生法令上、ボイラーは蒸気ボイラーと温水ボイラーに区分され、更に伝熱面積や最高使用圧力などによってボイラー、小型ボイラーなどに区分されている。
- B 第二種圧力容器は、内部に圧縮液体を保有する容器である。
- C 温水ボイラーのうち、伝熱面積が8 m²以下で0.2 MPa以下のものについては小型ボイラーに該当する。
- D ボイラー及び第一種圧力容器の最高使用圧力とは、その構造上使用可能な最高のゲージ圧力をいう。
- E 容器内における化学反応などにより蒸気が発生し、内部の圧力が大気圧を超える容器は、第一種圧力容器に該当する。

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

問5 次の記述のうち、法令上、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A ボイラー構造規格における溶接部の放射線検査において、不合格となった場合、その部分を補修した後の放射線検査の再検査は認められない。
- B 特殊な形状をしているボイラーについては、検定水圧試験により最高使用圧力を算定することができる。
- C ボイラー構造規格における溶接部の機械試験は、引張試験及び曲げ試験によることとされている。
- D 曲げ試験は、試験片の溶接部の外側に長さ6 mmを超える割れ（縁角に生ずる小さな割れを除く。）が生じない場合に、これを合格とする。
- E ボイラー構造規格においては、胴の真円度に関する規定が設けられている。

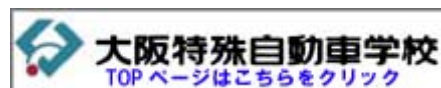
- (1) A, B, C (2) B, A, D (3) C, B, E
(4) D, A, E (5) E, C, D

問6 次の記述のうち、法令上、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 鋼製ボイラーの主要材料は、構造規格に掲げる日本工業規格に適合したもの、または、これらと同等以上の化学成分及び機械的性質を有するものでなければならない。
- B ボイラーの材料の使用温度は、当該材料の化学成分及び機械的性質に著しい変化が生じない温度の範囲内になければならない。
- C ボイラーの圧力を受ける部分で溶接を行うものについては、炭素含有率が 0.35 %を超える材料を使用してはならない。
- D 胴、鏡板その他圧力を受ける部分の長手継手及び周継手は、突合せ両側溶接又は重ね溶接によって行わなければならない。
- E ボイラーの材料のうち、使用温度が当該材料のクリープ領域にあるものは、応力の算定する方法がないため、この材料を使用できない。

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

(終わり)



Copyrights(C) All Rights Reserved. 禁無断複製、無断転載
このホームページに掲載されている記事・写真・図表などの無断転載を禁じます。