

平成 16 年度特級ボイラー技士試験問題

関 係 法 令

受験番号	
------	--

問 1 水管等内部に圧力を受ける管の最小厚さ 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。

$$t = \frac{P d}{2 \sigma_a + P} + 0.005 d +$$

ここで、 P は最高使用圧力、 d は鋼管の外径、 σ_a は材料の許容引張応力を示す。

(1) 算定式右辺の第 1 項、第 2 項及び第 3 項のそれぞれの項のもつ意味を簡単に説明せよ。

(2) 水管をころ広げにより取り付ける場合、ボイラー構造規格に基づき、管の最小厚さを導け。

ただし、 $P = 0.8 \text{ MPa}$ 、 $d = 63.5 \text{ mm}$ 、 $\sigma_a = 72 \text{ N/mm}^2$ 、 $\delta = 1 \text{ mm}$ とし、小数点以下第 2 位を切り上げよ。

煙管等の厚さの最小値 (ボイラー構造規格第 36 条)

管の外径 (mm)	管の厚さの最小値 (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
127.0 を超えるもの	4.0

問 2 次の場合、実施すべき措置として法令に規定されている事項を述べよ。

(1) ボイラーの掃除、修繕などのためボイラー (燃焼室を含む。) 又は煙道の内部に入るとき。
(3 項目)

(2) ボイラーの点火を行うとき。 (2 項目)

問 3 次の文中の□に入る適切な用語又は数値を答えよ。

- (1) ボイラーを設置しようとする事業者は、□を所轄労働基準監督署長に工事開始日の□前までに提出しなければならない。
- (2) 一定規模以上のボイラーの据付工事に当たっては、事業者は□を選任し、その者に据付工事に従事する労働者の指揮等を行わせなければならない。
- (3) ボイラーの据付位置は、ボイラーの最上部から天井、配管等の構造物までの距離を□以上としなければならない。ただし、□その他の附属品の検査及び取扱いに支障がないときは、この限りでない。
- (4) 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、これをボイラーの外側から□m (固体燃料にあつては□m) 以上離しておかななければならない。
- (5) 定置式ボイラーを設置した者は、所轄労働基準監督署長の□検査を受けなければならない。この検査に合格したボイラーについて□が交付される。
この□検査は、□検査又は□検査に合格した後でなければ、受けることができない。
- (6) ボイラーについて、次の一から四のいずれかに掲げる部分又は設備を変更しようとする事業者は、所轄労働基準監督署長に□を提出しなければならない。
- 一 胴、ドーム、炉筒、火室、鏡板、天井板、管板、管寄せ又はステー
 - 二 □
 - 三 □
 - 四 □

問 4 次のAからEまでは、作業主任者の選任、伝熱面積の計算方法など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 電気ボイラーの伝熱面積の算定は、電力設備容量20kWを1m²と見なして換算すること。
- B 廃熱ボイラーについては、ボイラー取扱作業主任者の選任の算定に用いる伝熱面積として、その伝熱面積の5分の1を乗じた値とすること。
- C 伝熱面積が30m²の蒸気ボイラーの取扱いの業務は、特級ボイラー技士又は一級ボイラー技士でなければ、その業務につくことはできない。
- D 伝熱面積600m²の貫流ボイラーのみを取り扱う場合のボイラー取扱作業主任者は、特級ボイラー技士又は一級ボイラー技士から選任しなければならない。
- E ボイラー取扱作業主任者は、1日に1回以上水面測定装置の機能を点検しなければならない。

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

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、法令上、誤っているものの組合せは、(1) ~ (5) のうちどれか。

- A ボイラーの溶接を行う部分には、炭素の含有量が 0.35 % を超える材料を使用してはならない。
- 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 蒸気ボイラーには、内部の圧力を最高使用圧力の 3 % 増以下に保持することができる安全弁を 2 個以上備えなければならない。ただし、伝熱面積 25 m² 以下の蒸気ボイラーについては、安全弁を 1 個とすることができる。
- D 水の温度が 120 を超える温水ボイラーには、内部の圧力を最高使用圧力以下に保持することができる安全弁を備えなければならない。
- E 蒸気ボイラーには、過熱器の出口付近における蒸気の温度を表示する温度計を取り付けなければならない。

(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、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 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。
- B 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じなければならない。
- C 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しなければならない。
- D 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。
- E 定期自主検査を行ったときは、その結果を記録し、これを少なくとも 5 年間保存しなければならない。

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

平成 16 年度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 $t_g = 330$ の燃焼ガスが流れている平面壁で構成された厚さ $t_1 = 4.5\text{mm}$ 、熱伝導率 $\lambda_1 = 50\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ の鋼製煙道がある。この煙道は厚さ $t_2 = 25\text{mm}$ 、熱伝導率 $\lambda_2 = 0.12\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ の保温材で覆われている。

この保温材の外側に厚さ $t_3 = 50\text{mm}$ 、熱伝導率 $\lambda_3 = 0.05\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ の保温材を追加した場合について、次の問に答えよ。

ただし、煙道内壁面の熱伝達率 $h_g = 23\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、大気温度 $t_a = 15$ 、大気側の熱伝達率 $h_a = 16\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ とし、これらの値は保温材を追加した後も変わらないものとする。また、これらの保温材は完全に密着しているものとし、答は計算の過程を示し、小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。

(1) 保温材を追加する前に比べて、表面積 1m^2 当りの放散熱量は、どれだけ節減されるか。

(2) 保温材を追加する前と後の煙道内壁面の温度は、それぞれいくらか。

問 2 ボイラー制御における操作量に対応した制御量の変化（基本的動作特性）を、3 種類図示するとともに、その具体例を挙げて説明せよ。

問 3 ボイラーに関する次の文中の に入る適切な語句又は数値を答えよ。

(1) 物体に熱を加えると、一般にその物体の温度は上昇する。このとき物体に加えられた熱量は物体の温度上昇分と物体の に比例する。この比例定数が物体の であり、蒸気では温度と の関数である。物体の受けた熱量に比例した温度上昇がある場合は、その熱量を物体の という。物体に熱を与えても温度上昇を起こさない場合の熱量を といい、融解熱や はその例である。

(2) 材料の衝撃に抗する抵抗力は衝撃値で表し、材料の を示す。通常 衝撃値が用いられ、一定形状・寸法の試験片の切り欠き部背面をハンマーの 1 回の打撃で切断するのに要した を、切り欠き部断面積で除した値で表される。

(3) 炭素鋼の内部応力を除去するためには、 A_1 変態温度以下の ~ に加熱し、その後徐冷する。これを という。

(4) 蒸気用安全弁の入口側の圧力が増加して、出口側で流体の微量な流出が検知されるときにの入口側圧力を といい、吹出し圧力と吹止り圧力との差を という。
 安全弁は弁座流路面積が弁体と弁座との当り面より下部におけるノズルののど部の面積より十分大きなものとなるようリフトが得られるものをいう。

問 4 次の A から E まではボイラーの種類、形式及び性能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 丸ボイラーの伝熱面は広い水部に設けられており、加熱によって発生した蒸気泡は自然に伝熱面から離脱し、その後まわりのボイラー水が確実に流入してくるので、伝熱面は十分に冷却される。
- B 8 MPa 以上の高圧用水管ボイラーになると、蒸発伝熱面としての水冷壁管だけの熱吸収では、燃焼室出口のガス温度が所定温度まで下がらないので、対流伝熱部に蒸発管を増やす必要がある。
- C 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ボイラーの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。
- D 貫流ボイラーは伝熱面当りの保有水量が少ないので起動は速いが、負荷変動により圧力変動が生じやすいので、応答の速い給水量と燃料供給量の制御が必要である。
- E ボイラー効率の算出には、入出熱法と熱損失法があり、前者は水及び蒸気側において燃料単位当り吸収される熱量を、後者は燃料単位当りの排ガス、放散熱等による熱損失を基準として行うものである。

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

問 5 次の A から E まではボイラー各部の構造と強さ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 炉筒煙管ボイラーの炉筒の熱膨張に対する措置として、鏡板にブリージングスペースを設けたり、炉筒を波形にするなどが必要である。鏡板に設けるブリージングスペースには、ステーを設けることは禁止されている。
- B ボイラーの胴板は、一般に薄肉円筒として取り扱われる。胴内径 D 、厚さ t の円筒に内圧 P が加わるものとする、長手方向の断面に生じる薄膜応力 A および周方向の断面に生じる薄膜応力 C はそれぞれ次式で表される。
- $$A = \frac{PD}{4t} \quad , \quad C = \frac{PD}{2t}$$
- C 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い。
- D 鉄鋼材料に繰返し応力がかかる場合、その引張り強さよりもずっと低い応力で材料が破壊することがある。これを材料の疲れという。
- E ボイラー水による腐食で特異なものとしてアルカリ腐食がある。これは金属組織の粒内を貫く割れである。これを防ぐには、材料を焼鈍して残留応力を小さくするとともに組織の均一化をはかること、狭い間隙を作らないこと、ボイラー水処理によって適正な環境にすることが必要である。

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

問 6 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 過熱器は、蒸気の流れ方向とガスの流れ方向との関係によって並流形、向流形及び混流形に分けられる。並流形は出口蒸気温度を高くすることができるが、管壁温度は高くなる。
- B エコノマイザ(節炭器)は煙道中に設置されるため、通風抵抗が増加し、また、ガス温度が低下するため、煙突通風力が減少する。
- C 空気予熱器によって燃焼用空気を予熱した場合、燃焼効率が増大し、過剰空気量は少なくてすむ。また、燃焼温度が上昇するため、NO_xの発生が減少する。
- 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たもので、この平形ガラスの裏面には三角の縦溝を数条つくり、光の通過と反射の作用によって蒸気部は白く、水部は黒く見えるようにしたものである。
- E ボイラーの蒸気出口止め弁として、小容量ボイラーには玉形弁又はアングル弁が用いられる。これらの弁は蒸気通路がS字形又はL字形のため流れの抵抗が大きいこと及び温度によるひずみなどで漏れやすくなるため、大容量・高圧ボイラーには仕切り弁が用いられる。

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

平成 16 年度特級ボイラー技士試験問題

燃 料 及 び 燃 焼

受験番号	
------	--

- 問 1 空気比 1.1 でメタン(CH_4)を完全燃焼させたとき、理論上到達しうる最高燃焼温度はいくらか。答えは計算過程を示して小数点以下第 1 位を四捨五入せよ。
- この場合、メタンの低発熱量を $35.8 \text{ MJ/m}^3_{\text{N}}$ 、水蒸気を含む燃焼ガスの平均比熱を $1.64 \text{ kJ}/(\text{m}^3_{\text{N}} \cdot \text{K})$ 、($36.7 \text{ kJ}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$)、外気温度を 20 とする。なお、高温における燃焼ガスの熱解離はないものとし、燃焼用空気は体積比で酸素 21 %、窒素 79 %とする。
- 問 2 固体燃料の主な燃焼方式を 3 つあげ、それぞれの方式の特徴を 3 つずつ簡潔に述べよ。
- 問 3 電気集じん装置に関する次の文中の 内に入る適切な語句を答えよ。
- 特高圧直流電源によって を起させ、ガス中の粒子に を与え、この帯電粒子を によって集じん極(+)分離捕集する装置である。 を負、集じん極を とした電場の高圧直流電圧を適当に高め、この電場に排ガスを通すと、ばいじんは 電荷を得て集じん極に吸引される。
- ダストの は、 $10^4 \sim 5 \times 10^{10} \text{ cm}$ の範囲が最適とされており、低いと再飛散、高すぎると逆電離が起こるので を吹き込んだり、スタビライザ(調湿機)を設置して対処する。集じん率は極めて 。高温排ガスの場合は、 を利用して 程度に冷やす。ダスト落としの方法には と がある。
- 微粒子の捕集が可能で、圧力損失も のでファンの動力費は 。
- 問 4 次の A から E までは、ボイラーの熱管理及び性能試験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 ボイラーの効率算定に当たって、発生蒸気の一部を重油加熱、重油噴霧及び空気予熱に使用した場合には、それらの蒸気量は、発生蒸気量に含めない。
- B 発生蒸気の乾き度は、蒸気の一部を絞って圧力を大気圧まで下げることにより、温度を下げて湿り蒸気とし、その温度を測定して蒸気線図から求める方法がある。
- C 液体燃料の発熱量は、通常ユンカーズ熱量計を用いて低発熱量を測定するが、燃料の組成から算出することもある。
- D 排ガス中の CO_2 、 O_2 などの分析には、オルザット分析器を用いると精度は高いが、操作の繁雑、連続測定及び記録の困難などのため、日常は電気式又は、機械式分析器を用い、補正を行う。
- E 最近では、燃焼室内圧を大気圧より $0.5 \sim 0.6 \text{ kPa}$ ないし $5 \sim 6 \text{ kPa}$ 高い圧力に保つ加圧燃焼方式が広く採用されている。

(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、固体燃料、液体燃料と比べた場合の気体燃料の特徴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、予混合のシャープな火炎には適するが、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、きわめて高い一次エネルギー効率が達成できる。

C 気体燃料は、燃料中の硫黄、窒素分、灰分が少なく大気汚染防止上有利である。

D 気体燃料はいったん漏えいすると可燃混合気を作り、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 一般に気体燃料の火炎及び伝熱上の特徴として、火炎は輝炎となり熱放射が大きい。

(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、風量の調節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 ダンパ・コントロールは、ファンの入口側若しくは出口側の風路又は煙路に設けたダンパの開度によって調節する方法で、最も簡単で小形ボイラーに広く用いられている。

B ダンパ・コントロールは、ダンパの抵抗を利用して、流量を絞るので簡単であり運転効率もよく経済的である。

C ベーン・コントロールは、ファンの吸込み口に装備される案内羽根(ベーン)の開度によって調節を行う。

D V V V F コントロールは、ファンの回転数を燃料量に比例して制御するもので、動力費を大きく節約できる。

E V V V F コントロールは、安定した制御方式であり、低負荷まで広く利用できる。

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

平成 16 年度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 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 22.0 mg Ca^{2+} /リットル、4.8 mg Mg^{2+} /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 80 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 $65 \text{ gCaCO}_3/\text{リットル}$ - 樹脂で、通水工程及び再生工程においては、硬度の漏れ、樹脂の劣化はないものとする。

問 2 スートファイヤについて説明し、取扱い上の防止対策を4つ挙げ簡潔に述べよ。

問 3 次の文中の□内に入る適切な語句を答えよ。

(1) 高温水システムにおいては、装置全体を□以上の温度で運転するため、□を設け、閉システムを構成する。運転上特に留意しなければならないことは、高温水がシステム内で□することがないようシステム内の□を常にその温水温度の□に維持する。

(2) ボイラー水のフォーミングは、ボイラー水中に油脂類有機物、□が存在すると、大きな□を有する□が水面に連続して形成される。これが成長すると、蒸気中に混入し、□を低下させる。また、フォーミングはドラム常用水位と蒸気取出し口の距離や蒸気部負荷、□にも影響される。

(3) スケール中に□を主成分とする□スケールが多量に含まれている場合、このスケールは□又は□の浸透が困難なため、これを□し、あとの洗浄行程を容易にする。このため、炭酸ナトリウム等に潤化剤を加えて潤化处理する。

問 4 次のAからEまでは、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 過熱器の構造には通気式のもののほか、水抜きが困難なものもあるが、いずれの場合においても過熱器から蒸気を送り出すまで、過熱器に入る燃焼ガス温度はその使用材料の設計温度以下に維持できるように燃焼を緩やかに調節しなければならない。
- B 押込み通風方式の場合においては、押込み通風機は平衡通風方式の場合の誘引通風機の分担する通風抵抗も加算されるので、通風機の総合動力は変わらないが、炉内圧力の制御がほとんど不要であり、自動制御装置の簡易化及び高温ガスあるいはダストによるトラブルの排除など種々の利点がある。
- C 熱供給設備として、蒸気ボイラーや高温水ボイラーが多く使用されるが、この両者のボイラーの最大の相違点は、前者がボイラー単体として運転出来るのに対し、後者はボイラー単体を切り離して運転出来ないということである。
- D 用原水中の懸濁粒子が極めて微細な場合、これらを沈降分離できるようにする必要がある。水中のこれらの粒子は主として不溶性のけい酸塩で、表面は負に荷電し相互に反発しているため、正荷電の金属水酸化物の懸濁粒子を添加し荷電を中和して凝集分離する。
- E 空気のような混合気体が水に接している場合、それぞれの気体の溶解量はそれぞれの気体の分圧でなく、空気全体の圧力(全圧)に比例する。

(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、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 高温水ボイラーを備えた高温水システムにおいて、腐食障害を防止するため、システム内の温水のpHを高く維持する必要がある。構成機器、配管等が鉄系-銅系の場合のpHは鉄系の場合より高めに管理することが必要である。
- B 再生式空気予熱器は、ボイラーをたき始める前に運転を開始し、ボイラーの燃焼停止後も通風機と空気予熱器は運転を続け、空気予熱器の充てん物等の焼損や反りのない温度まで下げてから停止しなければならない。
- C ボイラーの酸洗浄に使用される薬品で、貫流ボイラーのように構造上洗浄液の完全排出が困難で、残留する可能性のあるものや、オーステナイト系ステンレス鋼が使用されており、塩化物による応力腐食の恐れがあるものについては、有機酸やキレート剤が洗浄主剤として使用される。
- D ボイラーが短時間停止の場合、停止中にボイラー内が真空になるおそれがある場合には、圧力が大気圧以下にならないように、ドラム水位を高目に維持し、保有熱を多くする。ただし、水面計の水位が見えなくなるまで給水を行わないようにする。
- E シリカは比較的溶解度が大きいため、ボイラー水中のシリカ濃度が高くなり過ぎるとボイラードラム及び水管に硬質のスケールをたい積する。また、高圧ボイラーでは蒸気中へ溶解してキャリアバする。

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

問 6 次の A から E までは、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 亜硫酸イオンは、溶存酸素を除去するために脱気器以降の給水系統、又はボイラーに注入して、適切な濃度に保持するための水質管理項目である。ただし、亜硫酸イオンは温度が高くなると分解して、二酸化硫黄などを生成し、復水系統の pH の低下及び腐食を生じるので、あまり高圧のボイラーには使用出来ない。
- B ボイラーの発生蒸気が飽和蒸気であれば、蒸気アキュムレータは表面からの放射損失によって水位が上昇するので、1日に1回程度排水するか又は自動オーバフロー装置の作動を確認する。また、ボイラーの発生蒸気が過熱蒸気であれば、過熱分だけ蒸気アキュムレータ内の保有水が蒸発し、水位が低下するので給水する必要がある。
- C 油だきボイラーにおいて、燃焼室の火炎の中に細かい火花が混じっているときは、バーナの性能にもよるが、油の温度が高すぎる場合、あるいは通風が弱すぎる場合等によることが多い。
- D 一定の蒸発量を保持している過熱器付きボイラーにおいて、給水温度が設計値より上昇すると過熱器出口の蒸気温度も上昇する傾向にある。
- E ボイラーが冷却されていない状態で全量排水すると、余熱のためにスケールが乾燥し、硬くなって除去し難くなる。ボイラー水が入ったまま自然冷却すれば、スケールが固着することも比較的少なく、ブラシやスクレパで容易に除去できるので、ボイラー部材を傷つけることも少なく、清掃の時間と手間がはぶける。

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