

平成 1 5 年度特級ボイラー技士試験問題

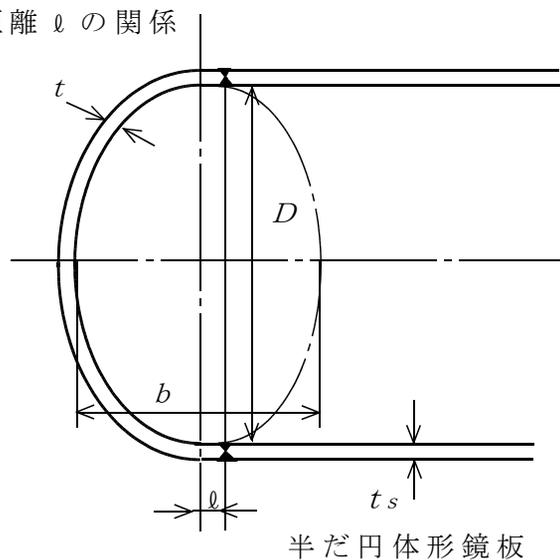
関 係 法 令

受験番号	
------	--

問 1 ボイラーの半だ円体形鏡板に関する次の問に答えよ。

(1) 中低面に圧力を受けるステーなし半だ円体形鏡板の形状の次の要件について記述せよ。

- ① 短径  $b$  と、長径  $D$  の関係
- ② 鏡板の厚さ  $t$  と溶接部の距離  $\ell$  の関係
- ③ 鏡板の厚さの制限



(2) 中低面に圧力を受けるステーなし「半だ円体形鏡板」の最小厚さ  $t$  が次の式で与えられるとき、①及び②の問に答えよ。

$$t = \frac{P D V}{2 \sigma_a \eta - 0.2 P} + \alpha$$

ただし、 $V = \frac{1}{6} \left\{ 2 + \left[ \frac{D}{b} \right]^2 \right\}$  である。

- ① 式中の  $V$  はどのような意味をもっているか記述せよ。
- ② 次の場合の最小厚さ  $t$  を求めよ。答えは、小数点以下第 2 位を切上げるものとする。

$P = 3 \text{ MPa}$ 、 $D = 750 \text{ mm}$ 、 $b = 300 \text{ mm}$ 、 $\sigma_a = 102 \text{ N/mm}^2$  (SB 410)、鏡板は継目なしとし、付け代  $\alpha$  を  $1 \text{ mm}$  とする。

問 2 事業者が、ボイラー取扱作業主任者に行わせなければならない事項（職務）を 10 あげよ。

問 3 ボイラー構造規格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) 鋼製ボイラーの主要材料は、鉄鋼材料又は非鉄金属材料であって、□①及び□②に応じ、当該材料に及ぼす化学的影響及び物理的影響に対し、安全な□③及び□④を有するものでなければならない。この場合において、伝熱面における材料の□②は、内部の□⑤又は□⑥の最高温度に□⑦度を加えた温度(放射過熱器にあつては、内部の蒸気の最高温度に□⑧度以上を加えた温度)とする。
- (2) 溶接部(溶接金属の縁から□⑨mm以内の部分を含む。)には、穴を設けてはならない。ただし、□⑩を行い、かつ、□⑪に合格した溶接部については、この限りではない。
- (3) 最高使用圧力が□⑫MPaを超える蒸気ボイラーに備えるリフトが□⑬の径の15分の1以上の揚程式安全弁及び全量式安全弁には、製造者の名称又は商標、□⑭、□⑮、吹出し量を記載した銘板を見やすいところに取り付けなければならない。

問 4 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、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A ボイラー又は煙道の内部に労働者が入るときは、内部を冷却し、換気を行わなければならない。
- B ボイラーの吹出しを行うときは、1人で同時に2以上のボイラーの吹出しを行ってはならない。
- C 伝熱面積が30 m<sup>2</sup>を超える蒸気ボイラーについては、安全弁を2個以上備えなければならない。
- D 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。
- E 圧力計又は水高計の目盛りには、当該ボイラーの使用設定圧力を示す位置に見やすい表示をしておかななければならない。

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

問 5 次の A から E までは、ボイラーの法定検査に関する記述であるが、誤っているものの組み合わせは(1)～(5)のうちどれか。

- A 都道府県労働局長は、輸入したボイラーなどの使用検査を行う際に必要があると認めるときには、ボイラーの被覆物を取り除くことがある。
- B ボイラーの附属設備を変更するときは、都道府県労働局長の変更検査を受けなければならない。
- C 性能検査に合格したボイラーについては、性能検査の結果により 1 年未満又は 1 年を超え 2 年以内の期間を定めて有効期間を更新することができる。
- D 廃止したボイラーを再び使用する場合には、所轄労働基準監督署長による使用再開検査を受けなければならない。
- E ボイラーを設置した者は、所轄労働基準監督署長による落成検査を受けなければならないが、この検査は、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。

- (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、ボイラー構造規格に関する記述であるが、誤っているものの組み合わせは(1)～(5)のうちどれか。

- A 蒸気ボイラー(貫流ボイラーを除く。)には、ガラス水面計を 2 個以上取り付けなければならないが、胴の内径が 1000 mm の蒸気ボイラーにあっては、そのうち一個をガラス水面計ではない水面測定装置とすることができる。
- B 最高使用圧力が 1.6 MPa を超えるボイラーの水柱管は鋳鉄製としてはならない。
- C 水面測定装置として験水コックを設ける場合には、3 個以上取り付けなければならないが、胴の内径が 750 mm で、かつ伝熱面積が 20 m<sup>2</sup> の蒸気ボイラーにあっては、2 個とすることができる。
- D 験水コックは、その最下位のものを安全低水面の位置に取り付けなければならない。
- E 水柱管とボイラーとを結ぶ蒸気側連絡管を水柱管及びボイラーに取り付ける口は、水面計で見ることができる最高水位より下であってはならない。

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

## 平成 15 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 内容積  $10 \text{ m}^3$  の容器に空気  $12 \text{ kg}$  と水蒸気  $0.2 \text{ kg}$  とが混合して入っている場合、以下の間に計算の過程を示して答えよ。

(1) 混合ガスの温度を  $130 \text{ }^\circ\text{C}$  とし、全圧力を絶対圧力  $\text{MPa}\{\text{kgf}/\text{cm}^2\}$  で求めよ。

(2) 混合ガスに外部から  $400 \text{ kJ}\{95.5 \text{ kcal}\}$  の熱を加えた場合、温度  $^\circ\text{C}$  及び絶対圧力  $\text{MPa}\{\text{kgf}/\text{cm}^2\}$  を求めよ。

ここで、空気及び水蒸気のガス定数は、それぞれ  $286.55 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})\{29.24 \text{ kgf} \cdot \text{m}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C})\}$ 、 $461.67 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})\{47.11 \text{ kgf} \cdot \text{m}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C})\}$  とし、定積比熱は、それぞれ  $0.71 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})\{0.170 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C})\}$ 、 $1.46 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})\{0.349 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C})\}$  とする。

答えは、圧力については小数点以下第 4 位を、温度については小数点以下第 1 位を四捨五入せよ。

問 2 ボイラーの性能値を表わす下記項目について、その求め方（計算式）及びその単位を示せ。

(1) 燃焼室熱発生率（熱負荷）

(2) 毎時換算蒸発量

問 3 ボイラーの自動制御に関する次の文中の□に入る適切な語句を答えよ。

(1) ボイラーの圧力制御には、□①で蒸気圧力が検出されてから□②の弁、ダンパーなどが操作されるまでの方式は種々のものがある。

□③制御方式は蒸気圧力を検出して、調節器によって燃料と空気量を同時に調節する方式で、比較的負荷変動の少ない小形ボイラーに適する。

□④制御方式は蒸気圧力のほかに、燃料量、空気量を検出して、蒸気圧力によって調節された結果を更に修正する方式である。この方式は負荷変動後の過渡状態においても□⑤の乱れが少ないので、負荷変動の多いボイラーに採用される。

(2) ボイラー内の水には蒸気が多量に含まれているので、ドラム水位は給水量や蒸気流出量のほか、ボイラー水の中の□⑥によって変わってくる。

□⑦を増加した場合、ボイラー内の□⑧が激しくなり、一時的にドラム水位を押し上げるようになる。この現象を□⑨といい、□⑩の安定性を害する。

(3) 燃焼安全装置は、ボイラーの起動時には、すべての素子(電子部品)や□⑪の安全性チェックを行い、正常であることが確認されない限り、□⑫させないか、□⑬することで安全性を確保する機能を備えていなければならない。これを□⑭形燃焼安全装置と呼んでいる。

ボイラーの連続運転中は、□⑮形の燃焼安全装置と火炎検出器を使用する必要がある。

問 4 次のAからEまでは、水及び蒸気(ガス)等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 液体の沸騰又は蒸気の凝縮のように相変化をともなう場合の熱伝達率は極めて大きく、水の沸騰ではその値は  $100 \times 10^3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  程度にも達する。

B 熱交換器の伝熱量を求めるには、並流形、向流形とも対数平均温度差を用いる必要がある。

C 物体表面の単位面積から単位時間に出す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、物体中心の温度の4乗に比例する。

D 電氣的仕事量の単位kWhと熱量の単位kJとの間には、次のような関係がある。

$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$$

E ガスの等圧変化は、変化の初めの状態を1、終りの状態を2とすると、次の状態式で表される。

$$T/P = \text{定数} = T_1/P_1 = T_2/P_2$$

ここで、 $P$ は圧力、 $T$ は絶対温度を表す。

(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、ボイラーの種類、構造及び材料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 自然循環式ボイラーはドラム及び伝熱面となる多数の水管からなり、ボイラー水の循環回路をつくるよう構成される。ボイラー水の運動は、水管内の蒸気発生による密度の減少を利用した自然循環による。これには接触伝熱面となる水管をもつものと、これをもたないものがある。高圧ボイラーには前者の形式が適用される。
- B 高圧大容量の貫流ボイラーでは、ボイラー水の循環がないので、起動及び停止時用のバイパス系統をもつことが必要となる。
- C 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。これを防ぐには、残留応力を小さくすること、狭い間隙を作らないことが必要である。
- D 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、ステーを設けなければならない。
- E 皿形鏡板のすみの丸みの部分に生じる応力は、子午線方向に生じるものと緯線方向に生じるものがあるが、前者の方が大きい。

- (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、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 蒸気を加熱用に使用する場合には、エンタルピの大きい凝縮潜熱を利用することが得策であり、かつ、加熱温度を一定に保つことができるので飽和蒸気がよいが、仕事に変換する場合には、過熱蒸気を用いるのが有利である。
- B エコノマイザ(節炭器)はボイラーの熱損失の大きな部分を占める排ガス熱を回収し、ボイラー効率を高める。排ガス温度を 10℃下げるごとにボイラー効率は約 5%増加する。
- C 安全弁の取付台の内径は、安全弁入口径以上とし、できるだけ短く、かつ、入口に丸みをつけるなどして、圧力損失を最小限に抑えること。
- D 二色水面計は透視式水面計のガラスに赤色と緑色の 2 光線を通過させ、光線の屈折率の差を利用して、蒸気部は赤色に、水部は緑色に見えるようにしたものである。
- E 定圧式アキュムレータ(蓄熱器)は、ボイラーの出口蒸気系統に配置され、低負荷時には低温の給水を送り、飽和温度のボイラー水を取り出して蓄えるか、又は過剰蒸気をアキュムレータに送り高温給水を作り蓄える。過負荷時には蓄えた高温給水を送る。

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

## 平成 15 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 質量比で炭素 86 %、水素 14 %を成分とする重油を空気比 1.10 で燃焼するとき、燃料 1 kg 当たりの理論空気量 ( $m^3_N$ )、理論乾き燃焼ガス量 ( $m^3_N$ )、及び  $(CO_2)_{max}$  はいくらか。

ボイラーでこの重油を 1500 kg/h、温度が 20 °C の空気中で燃焼するとき、必要な空気量 ( $m^3/s$ ) を求めよ。

また、通風力としてファンの全圧力が 7 kPa、ファン効率 0.6 として、ファンの所要動力 ( $kW = kJ/s$ ) を求めよ。ただし、燃焼用空気は容積比で  $O_2$  が 21 %、 $N_2$  が 79 % で完全燃焼するものとし、答は小数点以下第3位を四捨五入せよ。

問 2 空気比に関する次の問に答えよ。

(1) 乾き燃焼ガス中の  $CO_2$  (%) 及び  $O_2$  (%) による空気比  $m$  の算式をそれぞれ示し、また空気比  $m$  の意味を簡単に述べよ。

(2) 燃焼管理において、空気比を管理する目的を 5 つ述べよ。

問 3 次の文中の  内に入る適切な用語を答えよ。

通風方式には、煙突の作用だけによる自然通風と、機械的な方法による人工通風とがあり、人工通風には、 ①、 ②、及び ③ の 3 方式がある。

最近では、燃焼室内圧を大気圧より ④ kPa 高い圧力に保つ ⑤ が、広く採用されるにいたった。 ⑥ を高めて燃焼効率を上げるとともに、 ⑦ を利用して伝熱効率のよいボイラーが設計できるが、燃焼室構造、のぞき窓やスートブロワ取付け口などの ⑧ に特別な考慮が必要である。誘引ファンを必要としないので、ボイラーは小形に設計でき、 ⑨ で ⑩ が可能になるなど多くの利点を持っている。

空気量の調節方法には、 ⑪、 ⑫、VVVF 等が単独又は組み合わせて使用される。VVVF コントローラは、ファンの吐出量は回転数に ⑬ し、吐出圧力は回転数の ⑭ に比例し、かつ、所要動力は回転数の ⑮ に比例する。

問 4 次の A から E までは、 $O_2$ 、 $CO_2$ 計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 磁気式酸素濃度計は、酸素の常磁性がほかのガスに比較して大きく、かつ、その正磁化率が温度上昇で減少する性質を利用し、酸素分子が磁界内で、磁化された際に生じる吸引力を利用して酸素濃度を連続的にもとめる。

B ジルコニア式酸素濃度計はジルコニアが高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ある。

C 電気式 $CO_2$ 計は、 $CO_2$ の熱伝導率が空気、 $O_2$ 、 $N_2$ 等に比較して約 60 %しかないことを利用して $CO_2$ の含有率をもとめる。

D 機械式 $CO_2$ 計は、 $CO_2$ のガス密度が空気の約 0.5 倍であることを利用したものである。

E オルザット法は代表的な化学的分析法で、排ガスの $CO_2$ 、 $O_2$ 、 $H_2O$ を各々のガス吸引液に吸収させて分析する。

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

問 5 次の A から E までは、固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 無煙炭から褐炭に近づくほど、一般に燃焼速度が速くなり燃焼性がよい。

B 亜炭、褐炭は最も石炭化の進んだ石炭で、乾燥させると自然発火の可能性がある。

C COMは石炭を  $74 \mu m$  (200 メッシュ)通過 70 %程度に粉碎し、石炭と重油を約 50 : 50 (質量比)で混合して添加剤を加え、安定化したものである。

D 石油コークスは、重油ボイラーを改造して燃料として使用するケースが多いが、硫黄分、窒素分が多いため排煙処理を考慮する必要がある。

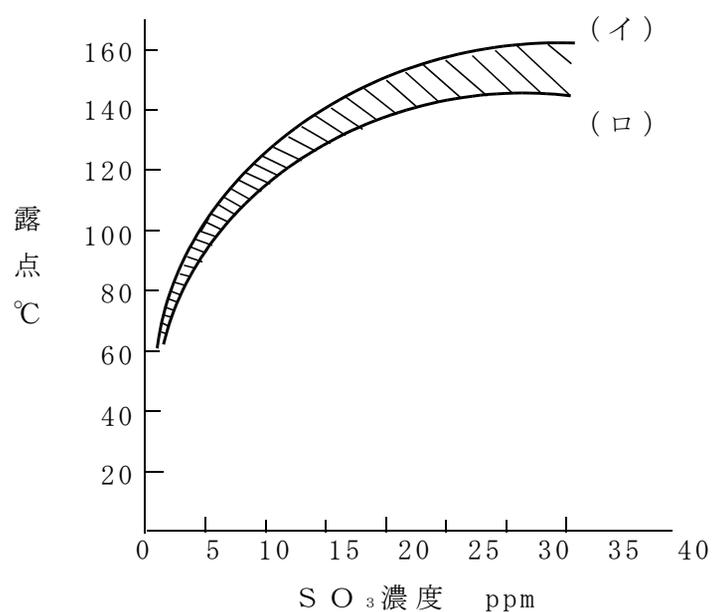
E 都市ごみの問題点は収集と資源化にあり、分別した可燃物を液化してパイプ輸送を可能としたRDF技術がある。

- (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、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。

なお、下図は重油だきボイラー燃焼ガス中の  $\text{SO}_3$  濃度と露点の関係を示す。

- A 低温腐食を避けるには、排ガス温度を(イ)の線より高くする。
- B 低温腐食を避けるには、排ガス温度を(ロ)の線より低くする。
- C 低温腐食は排ガス温度が(イ)と(ロ)の範囲内であれば発生しない。
- D C 重油の燃焼ガスの露点は  $140^\circ\text{C}$  前後である。
- E 露点は、燃焼ガス中の  $\text{SO}_3$  濃度により定まる。



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

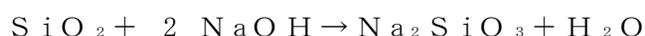
## 平成 1 5 年度特級ボイラー技士試験問題

## ボイラーの取扱い

受験番号

問 1 炉筒煙管ボイラーにおいて、給水の塩化物イオン濃度が  $6.6 \text{ mgCl}^-/\ell$ 、シリカ濃度が  $9.2 \text{ mgSiO}_2/\ell$  であり、ボイラー水の塩化物イオン濃度が  $198 \text{ mgCl}^-/\ell$  であるとき、ボイラー水中のシリカ ( $\text{SiO}_2$ ) をメタけい酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) としてボイラー水中に溶解しておくために必要な、ボイラー水の酸消費量 (pH 8.3) の最低値 ( $\text{mgCaCO}_3/\ell$ ) はいくらか。計算の過程を示して答えよ。

ただし、ボイラー水の酸消費量 (pH 8.3) の成分は、水酸化ナトリウム ( $\text{NaOH}$ ) だけとし、 $\text{SiO}_2$  と  $\text{NaOH}$  との反応式は次のとおりで、ブロー (吹出し) は行わないものとする。



なお、Si、Na、Caの原子量は、それぞれ 28、23、40 とする。

問 2 油だき水管ボイラーにおけるガス爆発の防止対策について主要な項目 6 つあげて簡潔に説明せよ。

問 3 次の文中の  内に入る適切な語句又は数値を答えよ。

(1) ボイラー安全弁の設定圧力が運転圧力に接近していると、少しの  ① 変動でも蒸気が  ② 傾向にある。この状態で長期間運転すると、弁及び弁座が  ③ したり  ④ したりする。これを防ぐため、運転圧力は安全弁の  ⑤ 以下を維持する必要がある。

(2) 過熱器における損傷として、燃料中にバナジウム化合物が含まれる場合には、 ⑥ といわれる腐食が一般に過熱器管や  ⑦ に発生することがある。また、過熱器出口蒸気温度が設計値以下であっても、蒸気や燃焼ガスの  ⑧、内外面の汚れ度合の差から部分的に過熱器管が  ⑨ され、破裂、 ⑩、割れを生じたりすることがある。

(3)  $25^\circ\text{C}$  の水溶液があり、 $[\text{H}^+]$  及び  $[\text{OH}^-]$  をそれぞれ  $\text{H}^+$  及び  $\text{OH}^-$  のモル濃度とした場合、この水溶液の pH は  $[\text{H}^+]$  で表示すれば  ⑪ と定義される。

この水溶液の pH が 11 のとき  $[\text{OH}^-]$  は  ⑫  $\text{mol}/\ell$  となり、 $25^\circ\text{C}$  の純粋な水の  $[\text{OH}^-]$  の  ⑬ 倍になる。また  $[\text{H}^+]$  は  ⑭  $\text{mol}/\ell$  となり、純粋な水の  $[\text{H}^+]$  の  ⑮ 倍になる。

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 ボイラー給水装置のデフューザポンプは吸込み側のグラント部から少量の空気が混入しても機能が落ちる。また、グラントパッキンを入れ過ぎて固く締め付けると焼付きを起こすので、少量の水が滴下する程度にするのがよい。

B バーナの消火に際し、バーナが複数で上下配置の場合には最下段のバーナから消火する。

C ボイラー給水に油脂類が含まれていると、ボイラー水のフォーミングが生じる。また、ボイラー内面に付着した油脂類は酸化鉄・酸化銅等の腐食生成物が付着する核になる。

D ボイラーの水圧試験を行うときには一般に安全弁を取り外して閉止板を取り付けるが、安全弁を取り付けたまま水圧試験を行いたいときには弁棒の先端を水圧試験用押え金具で押さえる。

E ボイラーの酸洗浄作業において循環法が最近よく採用されているが、洗浄液の濃度、温度及びメタル温度の均一化や懸濁物質の排出には、洗浄液の流速は速い方がよいが、反面、エロージョンが大きくなるため、流速は 1 m/s を超えないことが望ましい。

- (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 節炭器の水循環装置がある場合、ボイラーの起動に際し、燃焼ガスを通し始めて節炭器内の水の温度が上昇し飽和温度に達したら節炭器と給水タンクを結ぶ水循環ラインを開放し、給水ポンプで節炭器内の水を循環流動させる。

B 流動層ボイラーの負荷制御方法には、①燃焼量操作による負荷制御、②運転セル数による負荷制御あるいは部分的に流動を止めるスランピング負荷制御などがある。

C 地域冷暖房の熱供給設備として使用される高温水ボイラーにおいて、このボイラーの圧力制御はボイラーを含む温水系全体で行われているので通常はボイラーだけの圧力制御は行われない。

D ボイラーの水管理において、給水やボイラー水の純度や溶解固形物濃度を推定する目的で電気伝導率が測定される。

しかし、電気伝導率の実測値から理論的に正確な溶解固形物濃度を求めることはできない。

E ボイラー給水の非炭酸塩硬度（永久硬度）成分によって生じるスケールは給水の入り口付近に付着するが、炭酸塩硬度（一時硬度）成分によって生じるスケールは炉筒表面などの高温部に付着する傾向がある。

- (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 ボイラーの水管理においては、脱酸素剤として、亜硫酸ナトリウムとヒドラジン水和物がよく用いられているが、水中の酸素とこれら両者の反応後の固形物発生の有無をみると、前者は固形物を発生するが後者は発生しない。また、酸素との反応速度は、亜硫酸ナトリウムの方がヒドラジン水和物より速い。

B 天然水中のシリカはイオン状、懸濁状及びコロイド状の三つの形態で存在しており全シリカは、これら三つの形態の含量をいう。しかし、「JISで定める水質中のシリカ」はイオン状のシリカの濃度を示している。

C か性ぜい(脆)化は管穴と管外面とのすき間などにボイラー水が侵入し、加熱によって濃縮されてアルカリ度が上昇し、材料の結晶粒内を貫通して割れを生じる劣化現象である。

D ボイラーを冷水からたき始める場合には、時間をかけてゆっくりと温度上昇が平均するように圧力上昇を調整する必要がある。したがって圧力上昇は始めに速く、次第に遅くなる。

E 過熱器を有するボイラーでは、蒸気ドラムの蒸気圧力が通常値より低いと過熱蒸気温度が低下する傾向となる。

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