

熱分野
専門区分

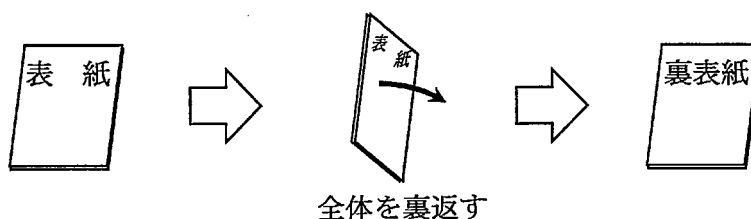
試験時間 16:10～17:30(80分)

課目Ⅲ 燃料と燃焼

問題 8, 9	燃料及び燃焼管理	1～6ページ
問題 10	燃焼計算	7～9ページ

※試験開始の指示があるまで開いてはいけません。
※問題の内容に関する質問にはお答えできません。

- 答案用紙(マークシート)には、**氏名**、**生年月日**、**受験番号**を記入すること。
- 問題の解答は答案用紙に記入すること。記入に当たっては答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと
- 問題の解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。
- 答案用紙は、解答未記入の場合も提出すること。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。



(表紙)

(燃料及び燃焼管理)

問題 8 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 次の記述は気体燃料について比較したものである。

1) 天然ガスのうちの乾性ガスの主成分は である。

2) 「水素の空気との混合気」、「エチレンの空気との混合気」及び「プロパンの空気との混合気」の最大燃焼速度を比較した場合、最も大きいのは、「 の空気との混合気」である。

< 及び の解答群 >

ア アセチレン

イ エタン

ウ エチレン

エ プロパン

オ メタン

カ 水素

3) 気体燃料の燃焼では、固体燃料や液体燃料の場合に比べて、一般に燃焼効率は 。

< の解答群 >

ア 高い

イ 低い

ウ 変わらない

(2) 次の記述は石油系の液体燃料についてのものである。

- 1) 灯油は、沸点範囲が160～300℃程度の留分で、灯油より沸点範囲が低い と、沸点範囲の下限が灯油とほぼ同等で上限が360℃程度とやや高い の間で留出し、暖・厨房用の燃料、溶剤の洗浄用などに使用される。

＜ 及び の解答群 ＞

ア ナフサ イ 軽油 ウ 原油 エ 重油

- 2) 軽油は、高速ディーゼル機関用の燃料などに使用され、着火性が優れ、引火点が低すぎず、使用時の粘度が適度で、流動点が低く、硫黄分が少ないなどの性状が要求される。

JIS によると、引火点は特1号～2号では [℃] 以上、硫黄分は [質量 %] 以下と規定されている。

＜ 及び の解答群 ＞

ア 0.001 イ 0.5 ウ 3.0 エ 35 オ 50 カ 80

(3) 火格子燃焼のうちの下込め燃焼について考える。

- 1) 下込め燃焼では、石炭の供給方向が一次空気の供給方向と 方向で、 ストーカの着火部がこれに当たる。

＜ 及び の解答群 ＞

ア チェーン イ 散布式 ウ 手^て焚き エ 同 オ 逆 カ 直交

- 2) 下込め燃焼による火移り速度は、 が低いほど大きくなる。

＜ の解答群 ＞

ア 一次空気温度 イ 石炭化度 ウ 発熱量

(燃料及び燃焼管理)

問題 9 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 窒素酸化物の発生とその対策について説明した次の記述の正誤について考える。

1) 次の①～③の記述のうち、明らかに間違っているものを全て挙げると、 である。

- ① 一般の燃焼装置から排出される窒素酸化物の主たるものは一酸化窒素や二酸化窒素であり、これらを総称してNO_xと呼ぶ。
- ② サーマルNO_xは、燃料中の窒素成分が酸化されて生成される。
- ③ 窒素酸化物の抑制対策として、燃焼域での酸素濃度を低くすることが有効である。

2) 次の①～③の記述のうち、明らかに間違っているものを全て挙げると、 である。

- ① 2段燃焼法とは、燃焼排ガスの一部を燃焼用空気に混入して炉内に送入する方式である。
- ② 低空気比燃焼は、燃焼用空気量を極力減らした低NO_x燃焼運転法の一つである。
- ③ 排煙脱硝技術には乾式法と湿式法があるが、酸化吸収法は乾式法である。

＜ 及び の解答群 ＞

ア ① イ ② ウ ③ エ ①と② オ ①と③ カ ②と③

(2) 気体燃料の燃焼装置は拡散燃焼式バーナと予混合燃焼式バーナに大別できる。

1) 拡散燃焼式バーナにおいては、次のことがいえる。

i) 逆火の危険性は 。

＜ の解答群 ＞

- ア 予混合燃焼式バーナより高い
- イ 予混合燃焼式バーナと同程度である
- ウ ない

ii) 燃料及び空気を予熱することができるかどうかについては、 である。

＜ の解答群 ＞

- ア 両者とも可
- イ 燃料は可で、空気は不可
- ウ 空気は可で、燃料は不可
- エ 両者とも不可

2) 予混合燃焼式バーナにおいては、次のことがいえる。

完全予混合燃焼式と部分予混合燃焼式に大別され、部分予混合燃焼式において予混合される空気量は、燃焼用空気の [%] 程度である。

＜ の解答群 ＞

- ア 20～50
- イ 30～80
- ウ 70～90

問題9は次の頁に続く

(3) 液体燃料の燃焼装置について考える。

- 1) 油圧式バーナには非戻り油式バーナと戻り油式バーナとがあり、非戻り油式のバーナは、油圧が [MPa] 程度を下回ると噴霧が著しく悪くなる。

〈 の解答群 〉

ア 0.5 イ 1 ウ 3 エ 5

- 2) 燃焼装置の油量の調整範囲はターndダウン比 ($=\frac{\text{最大油量}}{\text{最小油量}}$) で表すことができるが、油圧式バーナと高圧気流式バーナのターndダウン比を比較すると、一般に 。

〈 の解答群 〉

ア 油圧式バーナの方が大きい
イ 高圧気流式バーナの方が大きい
ウ 両者同程度である

- 3) 回転式バーナの燃料として重油を使用する場合には、JIS で規定されている の重油は避けた方がよい。

〈 の解答群 〉

ア 1種 イ 2種 ウ 3種

(4) 燃焼排ガスの分析に用いられるガスクロマトグラフ及び水素炎イオン化検出器について考える。

- 1) ガスクロマトグラフを用いて分析を行うとき、検出器に分析対象ガスを運ぶキャリアガスには、水素又は が用いられる。

＜ の解答群 ＞

ア ヘリウム イ メタン ウ 一酸化炭素 エ 二酸化炭素

- 2) ガスクロマトグラフで分析するときに用いられる検出器には様々なものがあり、分析する物質の種類などに応じて選択されて用いられるが、その中の一つに水素炎イオン化検出器がある。

- i) 水素炎イオン化検出器は、水素炎中に が混入すると、水素炎中のイオン濃度が 現象を応用したものである。

＜ 及び の解答群 ＞

ア 硫黄酸化物 イ 窒素酸化物 ウ 無機物 エ 有機物
オ 大きい状態から非常に小さくなる カ 小さい状態から非常に大きくなる
キ 大きい状態から零になる

- ii) i)より、水素炎イオン化検出器は、 の分析に用いられる。

＜ の解答群 ＞

ア 一酸化窒素 イ 全炭化水素 ウ 窒素 エ 二酸化硫黄

(燃焼計算)

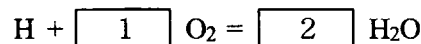
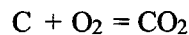
問題10 次の各文章の 1 ～ 16 の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、一つの解答群から同じ記号を2回以上使用してもよい。

燃料が重油で、空気比 α を1.3として完全燃焼しているボイラがある。重油の質量組成は炭素 c が 0.87 kg/kg-f 、水素 h が 0.13 kg/kg-f で、低発熱量 H_0 が 42.7 MJ/kg-f である。ボイラの1時間当たりの有効出熱量は 22.6 GJ/h であり、低発熱量基準のボイラ効率 η は0.9である。

このボイラをメタン燃料のボイラに転換した場合、どの程度 CO_2 排出量を低減できるか、メタンの低発熱量 H_0 を $35.9 \text{ MJ/m}^3_{\text{N-f}}$ として計算する。ただし、燃焼用空気中の O_2 の体積割合は0.21であり、残りは N_2 とする。また、液体燃料の質量は kg-f 、気体の体積はいずれも標準状態 (0°C 、1気圧) の体積で表すものとして m^3_{N} 、気体燃料の体積は $\text{m}^3_{\text{N-f}}$ と表記する。

1) 重油の燃焼に必要な空気量を計算する。

i) 燃料中の炭素及び水素の完全燃焼反応式は次のようになる。



〈 1 及び 2 の解答群 〉

- | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|
| ア $\frac{1}{4}$ | イ $\frac{1}{2}$ | ウ 1 | エ $\frac{3}{2}$ | オ 2 |
| カ $\frac{5}{2}$ | キ 3 | ク $\frac{7}{2}$ | ケ 4 | |

ii) これらの式より、炭素1kgを燃焼させるのに必要な酸素量は 3 [m^3_{N}]、水素1kgを燃焼させるのに必要な酸素量は 4 [m^3_{N}] となる。

〈 3 及び 4 の解答群 〉

- | | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ア $\frac{22.4}{44}$ | イ $\frac{22.4}{32}$ | ウ $\frac{22.4}{18}$ | エ $\frac{22.4}{16}$ | オ $\frac{22.4}{12}$ |
| カ $\frac{22.4}{4}$ | キ $\frac{22.4}{2}$ | ク 22.4 | | |

- iii) ii) より、燃料の理論酸素量は [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$] となり、実際に投入されている空気量は、
 [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$] と求められる。

＜ 及び の解答群 ＞

ア 2.35 イ 5.60 ウ 14.6 エ 20.2 オ 34.7 カ 125

2) 燃焼ガス量を計算する。

- i) 燃料 1 kg の燃焼によって生成する CO_2 量は [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$]、 H_2O 量は [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$] である。

- ii) i) より燃焼ガス量を計算すると、 [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$] と求められる。

＜ ～ の解答群 ＞

ア 0.870 イ 1.46 ウ 1.62 エ 1.87 オ 11.2 カ 15.3
キ 42.1 ク 106

3) 1 時間当たりの燃料投入量と CO_2 排出量を計算する。

- i) ボイラ効率 η は、1 時間当たりに燃料の燃焼により発生した熱量に対する、1 時間当たりの有効熱量の割合である。これより、1 時間当たりの重油燃料の投入量は [kg-f/h] と求められる。

- ii) また、1 時間当たりの CO_2 排出量 W_{CO_2} は、 $W_{\text{CO}_2} =$ [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$] と求められる。

＜ 及び の解答群 ＞

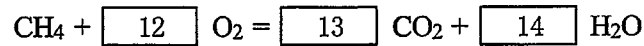
ア 0.588 イ 0.955 ウ 588 エ 869 オ 955 カ 1410

問題 10 は次の頁に続く

4) メタン燃料に燃料転換した場合の CO₂ 排出削減量を計算する。

メタン燃料のボイラでは、重油燃料のときの空気比 α より小さい空気比 α' で完全燃焼され、燃料転換前のボイラ効率 $\eta = 0.9$ から、転換後は $\eta' = 0.95$ へと向上した。

i) CH₄ の完全燃焼の反応式は、次のようになる。



< $\boxed{12}$ ~ $\boxed{14}$ の解答群 >

ア $\frac{1}{4}$ イ $\frac{1}{2}$ ウ 1 エ $\frac{3}{2}$ オ 2 カ $\frac{5}{2}$
キ 3 ク 4

ii) 1 時間当たりの有効出熱量を重油の場合と同じ 22.6 GJ/h とするためには、メタン燃料の投入量は $\boxed{15}$ [m³_{N-f}/h] と求められる。

iii) このとき発生する CO₂ 量を W'_{CO_2} [m³_N/h] とすれば、燃料転換による CO₂ 排出量削減割合は次で求められる。

$$\frac{W_{\text{CO}_2} - W'_{\text{CO}_2}}{W_{\text{CO}_2}} \times 100 = \boxed{16} \text{ [\%]}$$

< $\boxed{15}$ 及び $\boxed{16}$ の解答群 >

ア 0.663 イ 30.6 ウ 38.8 エ 45.3 オ 663 カ 771

(空 白)

1. 不正行為への対処について

次の行為は不正行為とみなす。不正行為者は試験会場から退出させ、全課目の試験結果を無効とするなど厳正に対処する。

- ①使用禁止の電卓、電子機器、通信機器等使用不可のものを使用する。(3. ①参照)
- ②使用不可のものを定められた場所以外に置く。(3. ②③参照)
- ③本、ノート、メモ等を見る。
- ④他の受験者と接触する。(他の受験者の答案を見る、会話をする、物品の貸し借りを行う)
- ⑤試験開始の合図の前に試験問題を見る。
- ⑥試験終了の合図にもかかわらず解答を続ける。

2. 試験中に使用可のもの

- ①試験中に使用してもよいものは以下のものとし、それらのみ机の上に置いておくことができる。
 - ・受験票(必ず置いておくこと)
 - ・筆記用具(HBの鉛筆、鉛筆削り、シャープペンシル、替え芯、プラスチック製消しゴム)
 - ・時計機能のみの時計
 - ・電卓1台(使用禁止ではないもの)
 - ・眼鏡、拡大鏡

3. 試験中に使用不可のもの

- ①試験中に使用してはならないものは以下のものとする。
 - ・携帯電話、スマートフォン、PC、タブレット端末、スマートウォッチ、電子ルーペ等の電子機器
 - ・その他、通信機能を有するすべての機器(スマートグラス、補聴器、小形通信機等)
 - ・使用禁止電卓(関数電卓、携帯電話などの電卓機能、数式等が記憶できる電卓、プログラム機能を有する電卓等)
- ②上記に示す使用不可の物は、試験中は鞆等にしまい、その口を閉め、簡単に取り出せないようにしておくこと。
- ③机の上だけでなく、机の棚板に置くこと、身に着けておくこと(ポケットに入れる、手に持つ等)、その他利用可能な状態になっている場合は不正行為とみなす。
- ④使用禁止のものが使用できないことによる事態には一切配慮しない。

● 試験問題解答上の注意

1. 問題は全て、、 … で示す設問番号付きの空欄の中に当てはまる字句等(字句、数値、式、記述、図、グラフ等を含む)を、該当する解答群から選択する形式であり、一つの設問に対する正答は唯一である。概略数値を当てはめる設問で、「約」が付されている場合も正しい値に最も近い値のみを正答とする。
2. 、 … で示す設問のうち、同じ設問番号付きの空欄が複数箇所ある場合は、同じ設問番号の正答は同じ字句等である。
3. 一つの解答群から同じ字句等を2回以上用いてよい場合は、当該の設問においてその旨が明記されている。
4. 問題の解答は、該当する解答群の字句等から正答を選択し、選択した字句等に付された「ア」、「イ」、「ウ」…の記号を答えるものとし、答案用紙(マークシート)の該当欄のその記号を正しく塗りつぶすこと。答案用紙に記載されている定められた方法で塗りつぶさないと採点されないことがあるので注意すること。
5. 数値計算の結果をもとに解答群から正答を選択する問題においては次の点に留意すること。
 - ① 数値計算においては、十分に大きい有効桁数を確保して正しく計算した値を「計算結果の値」とする。
 - ② 解答群中で「計算結果の値」に最も近い値を数値計算における唯一の正答とする。
 - ③ なお、問題文中で与条件として示されている数値については、記載してある位より下の位は「0」であるものとし、十分に有効桁数が確保されているものとして扱う。例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100… と考える。