



課目Ⅲ 燃料と燃焼

試験時間 9:00~10:20 (80分)

1

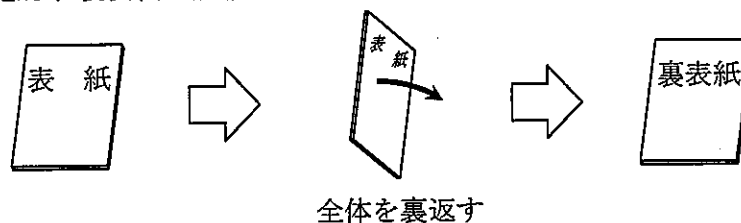
時限

問題 8, 9	燃料及び燃焼管理	1~5 ページ
問題 10	燃焼計算	7~8 ページ

I 全般的な注意

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
2. 試験中に問題の印刷不鮮明、冊子のページの落丁・乱丁などに気付いた場合は、係の者に知らせること。
3. 問題の解答は答案用紙（マークシート）に記入すること。
4. 答案用紙の記入に当たっては、答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと。「記入上の注意」に従わない場合には採点されない。該当欄以外にはマークや記入をしないこと。
5. 問題冊子の余白部分は計算用紙などに適宜利用してよい。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。



指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
問題の内容に関する質問にはお答えできません。

(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、数値又は記述をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

(配点計 30 点)

(1) LPG は の略称であり、家庭用、自動車用、工業用に広く使用されている。LPG の主要な成分である C_3H_8 と C_4H_{10} の $20^\circ C$ における飽和蒸気圧は、 C_3H_8 では約 0.8 MPa であり、 C_4H_{10} では約 $[\text{MPa}]$ である。

< 及び の解答群 >

- | | | | |
|------------|----------|----------|-------|
| ア 0.2 | イ 0.8 | ウ 1.0 | エ 1.5 |
| オ 液化プロパンガス | カ 液化天然ガス | キ 液化石油ガス | |

(2) 市販されている重油、軽油、灯油の3種の液体燃料について、それぞれの高発熱量の値を考える。単位質量当たりの値は、重油、軽油、灯油ともに $[\text{MJ/kg}]$ の範囲内にある。単位体積当たりの値では、重油、軽油、灯油のうち が最も大きく、 が最も小さい。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ア 30～40 | イ 40～50 | ウ 50～60 |
| エ 重油 | オ 軽油 | カ 灯油 |

(3) 重油の密度は、通常 $[\text{C}]$ における値 $[\text{g/cm}^3]$ で表す。重油中の炭素水素比 (C/H 比) と密度との相関については、 。

< 及び の解答群 >

- | | | | |
|-----------------------|------------|------|------|
| ア 0 | イ 4 | ウ 15 | エ 25 |
| オ C/H 比が大きいほど密度は小さくなる | カ 明確な傾向はない | | |
| キ C/H 比が大きいほど密度は大きくなる | | | |

(4) 火炎からの放射には化学発光、ガス放射及び固体放射の3要素があり、これらのうちのどの要素が支配的かによって輝炎と不輝炎の2形態に大別される。気体燃料の予混合火炎は の形態をとることが多く、気体燃料の拡散火炎や液体燃料の噴霧火炎では の要素が支配的となって の形態をとることが多い。

< ~ の解答群 >

ア 輝炎 イ 不輝炎 ウ ガス放射 エ 化学発光 オ 固体放射

(5) 工業用バーナでよく使用される保炎器に旋回器がある。旋回羽根によって燃焼用空気に旋回を与え中心部に循環を形成し、火炎を安定して保持するものである。旋回の指標は 数で表され、その値が大きいほど旋回が 。

< 及び の解答群 >

ア ザウテル イ シュミット ウ ストローハル エ スワール
オ 弱い カ 強い

(燃料及び燃焼管理)

問題 9 次の各問に答えよ。(配点計 30 点)

- (1) 次の文章の 及び の中に入れるべき最も適切な字句を 及び の解答群> から選び、その記号を答えよ。

次の表は①～④の燃焼装置の運転条件を示したものである。これらの燃焼装置のうち、燃焼室熱発生率 [kW/m^3] が最も大きいのは であり、最も小さいのは である。

燃焼装置	燃焼室容積	使用燃料	低発熱量	燃料使用量
①	5 m^3	エタン	$64.8 \text{ MJ}/\text{m}^3_{\text{N}}$	$100 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$
②	8 m^3	プロパン	$93.4 \text{ MJ}/\text{m}^3_{\text{N}}$	$140 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$
③	10 m^3	都市ガス	$40.6 \text{ MJ}/\text{m}^3_{\text{N}}$	$250 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$
④	10 m^3	木質バイオマス	$13.2 \text{ MJ}/\text{kg}$	$600 \text{ kg}/\text{h}$

< 及び の解答群 >

- ア ① イ ② ウ ③ エ ④

- (2) 次の文章の の中に入れるべき最も適切な字句を の解答群> から選び、その記号を答えよ。

気体燃料用バーナに関する次の文章の下線部分 (a)～(d) について、明らかに誤っているものは である。

気体燃料用バーナは拡散バーナと予混合バーナに大別され、工業用バーナとして一般に最も多く用いられているのは拡散バーナである。拡散バーナでは、燃料と空気の予熱が不可能であり、逆火の危険性が少ないのが特徴である。工業用拡散バーナでは燃焼負荷を大きくするため、燃料と空気の拡散機構が乱流拡散となるような流量範囲で使用される。

< の解答群 >

- ア (a) イ (b) ウ (c) エ (d)

(3) 次の文章の [4] ~ [7] の中に入れるべき最も適切な字句を < [4] ~ [7] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

液体燃料用噴霧式バーナは、油圧噴霧式、流体噴霧式、回転噴霧式に大別される。この中で、油量調節範囲が最も広いのは [4] 噴霧式バーナであり、比較的大容量バーナに適している。一般に、負荷変動のある小型の燃焼装置で使用される [5] 噴霧式バーナでは火炎が広角となる。また、油圧の霧化に対する影響は [6] 噴霧式バーナで最も大きく、[7] 噴霧式バーナで最も小さい。

< [4] ~ [7] の解答群 >

ア 油圧 イ 流体 ウ 回転

(4) 次の文章の [8] の中に入れるべき最も適切な字句を < [8] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

固体燃料燃焼装置に関する次の各記述のうち、明らかに誤っているものは [8] である。

- ① 火格子燃焼装置は、我が国では都市ごみ焼却炉で最も多く使用される。
- ② 微粉炭燃焼装置では、燃焼灰は主にフライアッシュとして排出される。
- ③ 流動層燃焼装置では、数ミリメートル程度の塊状の燃料が使用できる。
- ④ 火格子燃焼装置と微粉炭燃焼装置とで燃焼用空気の流速を比較すると、火格子燃焼装置の方が大きい。

< [8] の解答群 >

ア ① イ ② ウ ③ エ ④

問題9の(5)は次の5頁にある

(5) 次の文章の の中に入れるべき最も適切な字句を の解答群から選び、その記号を答えよ。

表は JIS で規定されている、排ガス中の測定対象ガスと自動計測器との組合せを表したものである。この組合せの中で明らかに誤っているものは である。

組合せ	測定対象ガス	自動計測器
①	O ₂	ジルコニア方式
②	CO ₂	赤外線吸収方式
③	NO	蛍光発光方式
④	SO ₂	赤外線吸収方式

< の解答群 >

ア ①

イ ②

ウ ③

エ ④

(空 白)

(燃焼計算)

問題 10 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な数値又は式を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。また、 ab.c ～ ab.c に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。(配点計 50 点)

ブタンガス(C_4H_{10})を燃焼させている加熱炉において、空気比の管理標準値を 1.2 として運転している。過剰空気量を少なくして排ガス損失を低減するため、排ガスを分析しながら供給空気量を徐々に減らした。この結果、乾き燃焼ガス中の CO_2 濃度(体積割合)が 12.6% のときが、完全燃焼させるのに必要な空気量の限界であることが分かった。このため、この空気量に相当する空気比を新しい管理標準値に変更することにした。このとき以下の計算 (1) ～ (5) を行う。

ただし、ブタンの低発熱量を $124 MJ/m^3_N$ 、湿り燃焼ガスの平均定圧比熱を $1.44 kJ/(m^3_N \cdot K)$ とする。

(1) 理論空気量を計算する。

ブタン $1 m^3_N$ を燃焼させるのに必要な酸素量、すなわち理論酸素量 V_{O_2} は [m^3_N] であるため、ブタンの理論空気量 V_{A_0} は次のようになる。

$$V_{A_0} = \frac{V_{O_2}}{2} = \text{ ab.c} [m^3_N/m^3_{N-f}]$$

(2) 調整前の理論湿り燃焼ガス量を計算する。

ブタン $1 m^3_N$ 当たりの理論湿り燃焼ガス量 V_{G_0} は、ブタン $1 m^3_N$ 当たりの CO_2 発生量を V_{CO_2} 、 H_2O 発生量を V_{H_2O} とすれば、式 で表される。ブタン $1 m^3_N$ を燃焼させたときに発生する CO_2 量は [m^3_N/m^3_{N-f}] であり、 H_2O 量は [m^3_N/m^3_{N-f}] であるため、この式から V_{G_0} を計算すると ab.c [m^3_N/m^3_{N-f}] となる。

空気比 α で燃焼させているときの湿り燃焼ガス量 V_G は、理論空気量 V_{A_0} と理論湿り燃焼ガス量 V_{G_0} を使えば式 で表され、調整前の空気比が 1.2 であることから、このときの湿り燃焼ガス量は ab.c [m^3_N/m^3_{N-f}] である。

(3) 調整後の空気比を計算する。

乾き燃焼ガス中の CO_2 濃度 (CO_2) は、ブタン 1m^3_{N} 当たりの CO_2 発生量 V_{CO_2} と乾き燃焼ガス量 V_{G}' を使って次式で表すことができる。

$$(\text{CO}_2) = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{G}}'}$$

乾き燃焼ガス中の CO_2 濃度が 12.6% であることから、乾き燃焼ガス量 V_{G}' は D | ab.c [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N-f}}$] となる。湿り燃焼ガス量は、乾き燃焼ガス量 V_{G}' に H_2O 発生量 $V_{\text{H}_2\text{O}}$ を加えたものであるため、調整後の湿り燃焼ガス量は E | ab.c [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N-f}}$] となる。

湿り燃焼ガス量は、理論空気量 V_{A_0} と理論湿り燃焼ガス量 V_{G_0} を使って式 6 で表されるため、この式を使って調整後の空気比を計算すると F | a.b となる。

(4) 調整後の燃焼ガス中の O_2 濃度を計算する。

ブタン 1m^3_{N} 当たりの燃焼ガス中の残存酸素量 V_{O_2} は、乾き燃焼ガス量 V_{G}' と理論乾き燃焼ガス量 V_{G_0}' を使えば式 7 で表され、その値は G | a.b $\times 10^{-1}$ [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N-f}}$] となるため、乾き燃焼ガス中の O_2 濃度は H | a.b [%] となる。

(5) 調整後の排ガス損失割合を計算する。

排ガス温度を 500°C とするとき、基準温度を 25°C とした場合の排ガスの保有熱量は、ブタン 1m^3_{N} 当たり I | ab.c [$\text{MJ}/\text{m}^3_{\text{N-f}}$] となるため、燃料の低発熱量に対する排ガス損失の割合は J | ab.c [%] になる。

< 1 ~ 7 の解答群 >

ア 0.16	イ 0.18	ウ 0.21	エ 0.25	オ 4	カ 4.5
キ 5	ク 5.5	ケ 6	コ 6.5	サ 7	
シ $V_{\text{O}_0} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$	ス $V_{\text{A}_0} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$	セ $V_{\text{A}_0} - V_{\text{O}_0} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$			
ソ $V_{\text{A}_0} + V_{\text{O}_0} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$	タ $\alpha V_{\text{G}_0} + V_{\text{A}_0}$	チ $(\alpha - 1)V_{\text{G}_0} + V_{\text{A}_0}$			
ツ $V_{\text{G}_0} + (\alpha - 1)V_{\text{A}_0}$	テ $V_{\text{G}_0} + \alpha V_{\text{A}_0}$	ト $\alpha(V_{\text{G}_0} + V_{\text{A}_0})$			
ナ $V_{\text{G}}' - V_{\text{G}_0}'$	ニ $0.21(V_{\text{G}}' - V_{\text{G}_0}')$	ヌ $0.21V_{\text{G}}' - V_{\text{G}_0}'$			
ネ $V_{\text{G}}' - 0.21V_{\text{G}_0}'$					



(表紙からの続き)

II 解答上の注意

1. 問題の解答は、該当欄にマークすること。
2. (1)

1

、

2

などは、解答群の字句、数値、式、図などから当てはまる記号「ア、イ、ウ、エ、オ・・・」を選択し、該当欄のその記号を塗りつぶすこと。
- (2)

A	a.bc
---	------

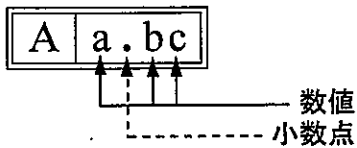
、

B	a.bc×10 ^d
---	----------------------

などは、計算結果などの数値を解答する設問である。それぞれ a,b,c などのアルファベットごとに該当する数字「0,1,2,3,4,5,6,7,8,9」を塗りつぶすこと。
解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

「解答例1」

(設問)



(計算結果)

6.827……

↓ 四捨五入

6.83

(解答)

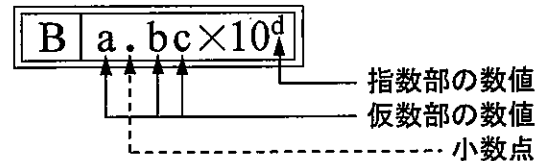
「6.83」に
マークする



A			
	a	.	b c
①			0 0
②			1 1
③			2 2
④			3 3
⑤			4 4
⑥			5 5
⑦			6 6
⑧			7 7
⑨			8 8
			9 9

「解答例2」

(設問)



(計算結果)

9.183 × 10²

↓ 四捨五入

9.18 × 10²

(解答)

「9.18 × 10²」に
マークする



B				
	a	.	b c	×10 ^d
①			0 0	0
②			1 1	1
③			2 2	2
④			3 3	3
⑤			4 4	4
⑥			5 5	5
⑦			6 6	6
⑧			7 7	7
⑨			8 8	8
			9 9	9