

熱分野
専門区分

課目Ⅲ 燃料と燃焼

試験時間 9:00~10:20 (80分)

1
時限

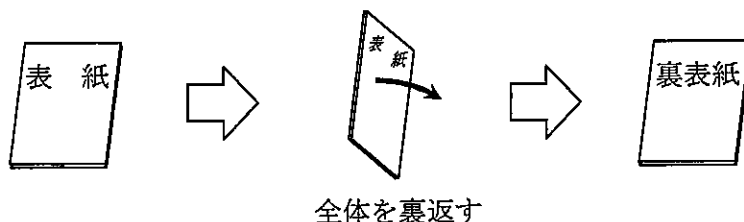
問題 8, 9 燃料及び燃焼管理
問題 10 燃焼計算

1~5 ページ
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) 都市ガス13A、液化石油ガス(LPG)、コークス炉ガス(COG)の3種類の気体燃料を比較する。

単位体積当たりの発熱量が最も大きいものは 、最も小さいものは である。
また、常温、常圧での密度が最も高いものは 、最も低いものは である。

< ～ の解答群 >

ア 都市ガス13A イ 液化石油ガス(LPG) ウ コークス炉ガス(COG)

(2) 規定条件下で小さな炎を液体燃料の試料蒸気に近づけたとき、試料蒸気が閃光^{せんこう}を発生して瞬間的に燃焼し、かつ、その炎が液面上を伝播^{でんぱ}する試料の最低温度を と呼ぶ。重油の規格(JIS K 2205:2006)では、重油1種(A重油)について、その温度は と規定されている。

< 及び の解答群 >

ア 60℃以下 イ 60℃以上 ウ 90℃以下 エ 90℃以上
オ 着火温度 カ 発火点 キ 引火点 ク 煙点

(3) ある気体燃料が円筒ノズルから鉛直上方に静止空气中に噴出され、安定した噴流火炎が形成される場合を考える。噴出流速を次第に増加させた場合、噴出流速の低い層流炎領域では、火炎の長さは 。また、噴出流速の高い発達した乱流炎領域では、火炎の長さは 。

< 及び の解答群 >

ア 噴出流速にほぼ比例する イ 噴出流速の2乗にほぼ比例する
ウ 噴出流速の3乗にほぼ比例する エ 噴出流速に依存せずほぼ一定である

(4) 重質油の噴霧燃焼では、熱分解により燃料微粒子の炭化が進行すると と呼ばれる多孔質の粒子が生成される。この粒子の生成に対する燃料性状の上での重要な影響因子は である。

< 及び の解答群 >

- | | | | |
|-------|----------|------------|---------|
| ア PAH | イ セノスフェア | ウ アシッドスマット | エ チャー |
| オ 動粘度 | カ 灰分 | キ 硫黄分 | ク 残留炭素分 |

(5) 内燃機関ではノックを発生させないための配慮が必要である。

ガソリン機関では、燃料とするガソリンのオクタン価が高いほど着火遅れが 、アンチノック性が 。

ディーゼル機関では、燃料とする軽油のセタン価が高いほど着火遅れが 、アンチノック性が 。

< ~ の解答群 >

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ア 低い | イ 高い | ウ 短く | エ 長く |
|------|------|------|------|

(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。

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 及び である。

- ① 燃焼排ガスの排熱を回収し燃焼用空気を予熱すると、燃焼温度を高くできる。
- ② 排ガス中の酸素濃度測定値が高いにもかかわらず、不完全燃焼を生じている場合は、排ガスダクトへ空気が漏入している可能性がある。
- ③ 高温腐食の原因は燃料中の硫黄分である。
- ④ 液体燃料と固体燃料とで比較した場合、燃焼室熱負荷は一般に、液体燃料の方が大きくできる。
- ⑤ 燃焼用空気の自然通風方式では、押込みファンを使用する。

< 及び の解答群 >

ア ① イ ② ウ ③ エ ④ オ ⑤

(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。なお、 は3箇所あるが、同じ記号が入る。

気体燃料用バーナは バーナと予混合燃焼バーナに大別される。 バーナでは、燃料や空気の予熱が可能で、 の危険性も小さく、工業用バーナとして最も多く用いられる。 バーナは更にポート形と 形とに分類される。また、予混合燃焼バーナは、空気の予混合方式により完全予混合と部分予混合に分類されるが、このうち、部分予混合燃焼バーナでは、通常、予混合用に が使用される。

〈 3 ～ 6 の解答群〉

- | | | | |
|------------|--------|-------------|----------|
| ア 定常燃焼 | イ 層流燃焼 | ウ 拡散燃焼 | エ 爆発 |
| オ 失火 | カ 逆火 | キ 消炎 | ク ガン |
| ケ ノズル | コ リング | サ マルチスパッド | シ ベンチュリ管 |
| ス バッフルプレート | | セ ラジアントチューブ | |

(3) 固体燃焼装置に関する次の文章の 7 ～ 10 の中に入れるべき最も適切な字句又は記述を 7 ～ 10 の解答群から選び、その記号を答えよ。

固体燃料の一般的な燃焼方式には、微粉炭燃焼方式と流動層燃焼方式がある。使用可能な石炭の範囲を両方式で比較すると、より燃料比の大きな石炭が利用できるのは、7 である。また、微粉炭燃焼方式では、石炭は微粉碎された後、一次空気と共に装置内に吹き込まれ、主に 8 により着火温度まで加熱され気流中で燃焼する。これに対し流動層燃焼方式では、燃料は主に 9 との接触伝熱により、着火温度まで加熱され流動層中で燃焼が進行する。流動層燃焼方式には、気泡流動層と循環流動層とがあるが、このうちの気泡流動層燃焼方式と、微粉炭燃焼方式について、炉内での平均ガス流速を比較すると、10 。

〈 7 ～ 10 の解答群〉

- | | | |
|-------------------|-----------|----------|
| ア 伝導伝熱 | イ 放射伝熱 | ウ 対流伝熱 |
| エ 層内伝熱管 | オ 流動空気 | カ 流動媒体粒子 |
| キ 微粉炭燃焼方式 | ク 流動層燃焼方式 | |
| ケ 両方式ともほぼ等しい | | |
| コ 気泡流動層燃焼方式の方が小さい | | |
| サ 気泡流動層燃焼方式の方が大きい | | |

問題9の(4)は次の5頁にある

(4) 次の表の ～ 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。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

表は燃焼装置における環境汚染物質の低減対策と、その主要な効果を示したものである。

低減対策	効果
流動層燃焼装置での石灰石の炉内への投入	<input type="text" value="11"/>
各種燃焼装置における二段燃焼法の適用	<input type="text" value="12"/>
低 C/H 燃料の使用	<input type="text" value="13"/>
複数のガスバーナによる濃淡燃焼の適用	<input type="text" value="14"/>

< ～ の解答群 >

ア すす排出の低減

イ SO₂ 排出の低減

ウ NO_x 排出の低減

(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、同じ記号を2回以上使用してもよい。
また、 a.bc ～ a.bc 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)

質量組成が炭素87%、水素13%の重油を空気比1.25で完全燃焼させている加熱炉がある。空気比を下げ、排ガス損失を低減するため、燃料1kg当たり0.2kgの水を添加して燃焼させたところ、空気比を1.1まで下げても完全燃焼することが分かった。このとき以下の計算(1)～(4)を行う。ただし、燃料、燃焼用空気及び添加する水は、いずれも25℃で供給されるものとする。また、湿り燃焼ガスの平均定圧比熱は $1.45\text{kJ}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$ で一定とし、25℃における水の蒸発潜熱を $2443\text{kJ}/\text{kg}$ とする。

(1) 燃料の理論空気量を計算する。

燃料中の炭素1kgを燃焼させるのに必要な酸素量は $[\text{m}^3\text{N}]$ 、水素1kgを燃焼させるのに必要な酸素量は $[\text{m}^3\text{N}]$ であるため、燃料1kgを完全燃焼させるのに必要な最小の酸素量 V_{O_0} は a.bc $[\text{m}^3\text{N}/\text{kg-f}]$ となる。これより、燃料の理論空気量 V_{A_0} は次のようになる。

$$V_{A_0} = \frac{V_{O_0}}{\text{3}} = \text{B} \text{ ab.c} \text{ } [\text{m}^3\text{N}/\text{kg-f}]$$

(2) 乾き燃焼ガス量を計算する。

炭素1kgを燃焼させたときに発生する CO_2 量は $[\text{m}^3\text{N}]$ であるため、燃料1kgを完全燃焼させたときに発生する CO_2 量 V_{CO_2} は a.bc $[\text{m}^3\text{N}/\text{kg-f}]$ となる。

理論乾き燃焼ガス量は、式 で表されるため、燃料1kgを完全燃焼させたときに発生する理論乾き燃焼ガス量 V_{G_0}' は ab.c $[\text{m}^3\text{N}/\text{kg-f}]$ となる。

燃焼により発生する実際の乾き燃焼ガス量 V_G' は、空気比を α とすれば、式 で表される。燃料1kgを完全燃焼させたときに発生する実際の乾き燃焼ガス量を計算すると、水を添加しない場合の乾き燃焼ガス量 V_{G_0}' は空気比が1.25であるため ab.c $[\text{m}^3\text{N}/\text{kg-f}]$ 、水を添加した場合の乾き燃焼ガス量 V_{G_0}' は空気比が1.1であるため ab.c $[\text{m}^3\text{N}/\text{kg-f}]$ である。

(3) 実際の湿り燃焼ガス量を計算する。

水素 1 kg を燃焼させたときに発生する H_2O 量は $\boxed{7}$ [m^3_N] であるため、燃料 1 kg を完全燃焼させたときに発生する H_2O 量 V_{H_2O} は $\boxed{G \mid a.bc}$ [$m^3_N/kg-f$] となる。燃料 1 kg を完全燃焼させたときに発生する実際の湿り燃焼ガス量を計算すると、水を添加しない場合の湿り燃焼ガス量 V_{G_1} は $\boxed{H \mid ab.c}$ [$m^3_N/kg-f$] となる。

一方、燃料に水を添加した場合には、添加した水が水蒸気となって燃焼ガス中に含まれる。燃焼ガス中の水蒸気のうち、添加した水による分を体積で表すと、燃料 1 kg 当たり $\boxed{I \mid a.b} \times 10^{-1}$ [$m^3_N/kg-f$] となる。このため、水を添加した場合の湿り燃焼ガス量 V_{G_2} は $\boxed{J \mid ab.c}$ [$m^3_N/kg-f$] となる。

(4) 排ガスの保有熱量を計算する。

加熱炉の排ガス温度が $450^\circ C$ のとき、基準温度を $25^\circ C$ として燃料 1 kg 当たりの排ガスの保有熱量を計算すると、水を添加しない場合の保有熱量 Q_1 は $\boxed{K \mid a.bc}$ [$MJ/kg-f$] となるが、水を添加した場合には、添加した水の蒸発潜熱も加わるため、保有熱量 Q_2 は $\boxed{L \mid a.bc}$ [$MJ/kg-f$] となる。

< $\boxed{1}$ ~ $\boxed{7}$ の解答群 >

ア 0.16	イ 0.18	ウ 0.21	エ 0.25
オ 22.4	カ 22.4×2	キ $\frac{22.4}{4}$	ク $\frac{22.4 \times 2}{4}$
ケ $\frac{22.4}{12}$	コ $\frac{22.4 \times 2}{12}$	サ $\frac{22.4}{12 \times 2}$	シ $\frac{22.4}{12 \times 4}$
ス $V_{A_0} + V_{CO_2}$	セ $V_{A_0} - V_{O_0} + V_{CO_2}$	ソ $V_{O_0} + V_{CO_2}$	
タ $V_{G_0}' + (\alpha - 1)V_{A_0}$	チ $V_{G_0}' + \alpha V_{A_0} - V_{O_0}$	ツ $V_{G_0}' + (\alpha - 1)V_{A_0} - V_{O_0}$	





(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
---	------

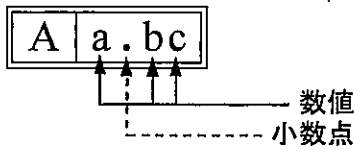
、

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

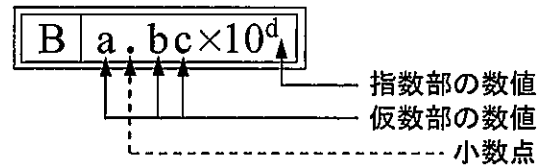
(解答)

「6.83」に
 マークする ⇒

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