

15 ダイオキシン類特論

(平成 28 年度)

試験時間 13:00~14:15 (途中退出不可) 全25問

答案用紙記入上の注意事項

この試験はコンピューターで採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。以下に答案用紙記入上の注意事項を記しますから、よく読んでください。

- (1) 答案用紙には氏名、受験番号を記入することになりますが、受験番号はそのままコンピューターで読み取りますので、受験番号の各桁の下の欄に示す該当数字をマークしてください。

(2) 記入例

受験番号 1600198765

氏名 日本太郎

このような場合には、次のように記入してください。

氏名	日本太郎								
受 験 番 号									
1	6	0	0	1	9	8	7	6	5
<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]
[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]
[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	<input type="checkbox"/>
[6]	<input type="checkbox"/>	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	<input type="checkbox"/>	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<input type="checkbox"/>	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	<input type="checkbox"/>	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	<input type="checkbox"/>	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	[0]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]

- (3) 試験は、多肢選択方式の五者択一式で、解答は、1問につき1個だけ選んでください。したがって、1問につき2個以上選択した場合には、その問いについては零点になります。
- (4) 答案の採点は、コンピューターを利用して行いますから、解答の作成に当たっては、次の点に注意してください。
- ① 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄に記入してください。

(記入例)

問 次のうち、日本の首都はどれか。

- (1) 京 都 (2) 名古屋 (3) 大 阪 (4) 東 京 (5) 福 岡

答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を HB 又は B の鉛筆でマークしてください。

[1] [2] [3] ~~[4]~~ [5]

- ② マークする場合、[]の枠いっぱいにはみ出さないように~~[]~~のようにしてください。
- ③ 記入を訂正する場合には「良質の消しゴム」でよく消してください。
- ④ 答案用紙は、折り曲げたり汚したりしないでください。

以上の記入方法の指示に従わない場合には採点されませんので、特に注意してください。

この試験では、物質名などについて略語を一部使用しています。
略語表は裏表紙の裏面にあります。

問1 燃料の燃焼に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 気相での主要な燃焼過程は、熱分解に続く酸化反応であるため、化学的には燃料種による差はあまり大きくない。
- (2) 化学反応以外に流動、熱移動、拡散などの物理過程まで考えると、燃料種により大きな差が出てくる。
- (3) 気体燃料の燃焼では、火炎近傍の気相でほぼすべての反応が完結する。
- (4) 液体燃料の燃焼では、化学反応の後に蒸発過程が必要である。
- (5) 固体燃料の燃焼では、固体から燃料の一部が離脱してそれが気相で燃焼する場合がある。

問2 流動層(流動床)燃焼に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

石炭燃焼では、(1)窒素酸化物を石灰と(2)反応させて除去するために、砂層温度を(3)850℃程度にするが、(4)揮発分の多い廃棄物などの処理では、より(5)低い温度のほうが安定した燃焼が期待できる。

問3 生成抑制に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類を環境に出さないためには、まず生成させないことが重要である。
- (2) 現在の燃焼技術では、すす等の燃焼生成物を完全に抑制することは困難である。
- (3) 燃焼変動を抑え、局所的な酸素不足、低温を回避する。
- (4) 実験室的には、燃料中の塩素量はダイオキシン類生成量と関係はない。
- (5) 廃棄物焼却炉では、排ガス処理工程を200℃以下に保つことで、その工程でのダイオキシン類生成をほぼ抑制することができる。

問4 ダストの粒子径、分布と平均粒子径に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダストの平均粒子径は種々の方法で定義できるが、以下の式で定義される空気力学的平均粒子径が多く用いられる。

$$\overline{d_p} = \frac{\sum Nd_p^4}{\sum Nd_p^3}$$

ここに d_p : 粒子径(m) N : 粒子数(-)

- (2) ふるい上積算分布とは、ある粒子径より大きな粒子の割合を示す。
(3) 積算分布曲線の50%に対応する粒子径を中位径又はメディアン径などという。
(4) 頻度分布とは、ヒストグラム(柱状グラフ)として得られる、ある粒子径区間の粒子の割合を、滑らかな曲線で表したものである。
(5) 頻度分布曲線においてピークに対応する粒子径を最頻度径又はモード径という。

問5 バグフィルターに関する記述中、(ア)~(ウ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

バグフィルターは、ダストを (ア) 捕集するので、集じん率は粒子径によらず非常に高い。しかし (イ) が次第に増加するので、適当な間隔で (ウ) 連続運転を維持する。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----------|---------|--------------|
| (1) | 堆積したダスト層で | 圧力損失 | 見掛けろ過速度を減らして |
| (2) | 繊維中に | 見掛けろ過速度 | 堆積ダストを除去して |
| (3) | 繊維中に | 圧力損失 | 見掛けろ過速度を減らして |
| (4) | 繊維中に | 動作温度 | 見掛けろ過速度を減らして |
| (5) | 堆積したダスト層で | 圧力損失 | 堆積ダストを除去して |

問6 バグフィルターのダスト層に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 捕集粒子量の増加とともに、ろ布表面全体に形成される。
- (2) 払い落とし後もろ布上にわずかに残留し、その量は払い落とし回数とともに増加する。
- (3) 払い落とし後もろ布表面に強固に付着しているダスト層は、二次付着層と呼ばれる。
- (4) 空隙率は80～85%程度で、多くの細孔を持つ。
- (5) 一般に、細孔径はダスト径とほぼ同程度である。

問7 乾式電気集じん装置の特徴に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 粒子径0.5～20 μmの微細なダストを高効率集じんすることができる。
- (2) 低圧損で動作時の電流密度が低い。
- (3) 可燃性ガスにも使用できる。
- (4) 高電気抵抗ダスト捕集時は、逆電離により集じん性能が著しく低下する。
- (5) 構造が簡単で、保守、点検が容易である。

問8 排ガス中のダイオキシン類の触媒処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類は、触媒上で酸素と反応して酸化分解される。
- (2) 一般に、100～150℃程度で運転される。
- (3) 触媒は、化学反応を促進する役割を果たしている。
- (4) 粒子状物質に含まれるダイオキシン類は、分解するのが難しい。
- (5) 酸化バナジウム系触媒は、アンモニアを添加することで、NO_xを同時に除去することができる。

問9 吸着材料に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 活性炭表面は、疎水性である。
- (2) ヤシ殻系活性炭は、ミクロ孔に細孔径分布が集中している。
- (3) 活性炭の発火点は、排ガス吸着運転を経ると100℃程度上昇することが指摘されている。
- (4) 活性コークスは、活性炭に比較して比表面積の小さい炭素質材料である。
- (5) 活性コークスには、脱硝能力を有するものがある。

問10 吸着処理に関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

廃棄物焼却における排ガス処理への活性炭及び活性コークスの適用報告例では、吸着塔に (ア) の吸着剤を充填するが多い。

しかし、実際の施設では、既存の排ガス処理設備に適用しやすいという理由から、粉末活性炭又は粉末活性炭を (イ) とともに煙道内に注入する方法が比較的多く適用されている。煙道内に注入される活性炭は、通常 (ウ) $\text{mg/m}^3\text{N}$ 程度である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1) 板状		生石灰	300～1000
(2) ペレット状又は粒状		消石灰	50～200
(3) ハニカム状		消石灰	10～50
(4) ペレット状又は粒状		生石灰	10～50
(5) ハニカム状		重曹	50～200

問11 鉄鉱石焼結炉の排ガス循環操作に関する記述中、(ア)、(イ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

焼結炉排ガス中の酸素濃度は (ア) %程度であり、再度焼結炉吸引ガスとして使用することにより、総排ガス量を削減する方法が考案されている。この場合、吸引されたガスは、再び (イ) を通過するため、循環ガス中のダイオキシン類の分解も期待できる。

- | | (ア) | (イ) |
|-----|-----|----------------|
| (1) | 15 | 100℃以下の湿潤帯 |
| (2) | 8 | 500℃以上の焼結完了帯 |
| (3) | 8 | 100℃以下の湿潤帯 |
| (4) | 15 | 1000℃以上の燃焼・溶融帯 |
| (5) | 10 | 200℃以上の乾燥・仮焼帯 |

問12 製鋼用電気炉集じんダスト組成の例を示す表のうち、(ア)～(ウ)に対応する元素記号の組合せとして、正しいものはどれか。

表 製鋼用電気炉集じんダスト組成の例 (単位：%)

ダスト	(ア)	Zn	(イ)	Na	K	Ca	(ウ)
A	35.8	22.7	0.12	0.61	0.83	2.92	2.89
B	20.9	43.3	0.22	4.26	1.79	1.14	9.00
C	31.1	24.9	0.30	3.74	1.49	1.73	7.86
D	20.6	39.4	0.18	2.79	1.66	1.27	11.9
E	28.3	35.7	0.16	3.96	1.50	1.23	9.33

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | Fe | Cu | Cl |
| (2) | Si | Cl | Fe |
| (3) | Cu | Pb | Si |
| (4) | Cl | Pb | Fe |
| (5) | Fe | Cl | Cu |

問13 排水処理の膜ろ過に関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

使用する膜の穴の大きさによって分類され、穴の大きさ順に、 (ア) > (イ) > 逆浸透法となる。これらのうち、逆浸透法のみ、 (ウ) のダ
イオキシン類の除去が期待できる。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|------|------|-----|
| (1) | 限外ろ過 | 清澄ろ過 | 溶存態 |
| (2) | 限外ろ過 | 精密ろ過 | 懸濁態 |
| (3) | 清澄ろ過 | 精密ろ過 | 懸濁態 |
| (4) | 精密ろ過 | 限外ろ過 | 懸濁態 |
| (5) | 精密ろ過 | 限外ろ過 | 溶存態 |

問14 光触媒による分解原理に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

UV 照射された二酸化チタンが光励起することにより、価電子帯の正孔⁽²⁾で有機物が還元⁽³⁾され、一方、導電帯の電子⁽⁴⁾と溶存酸素が作用し生成した OH ラジカルにより、有機物が酸化⁽⁵⁾される。

問15 水処理法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) TEQ が高い排水に対する処理システムとして、凝集沈殿分離による前処理、ろ過フィルターによる中間処理、活性炭吸着ろ過による最終処理が提案されている。
- (2) ダイオキシン類の除去には活性炭あるいはフィルターろ過処理が必要なため、凝集沈殿のみの水処理は有効ではない。
- (3) ろ過孔径 0.05 μm のフィルターでろ過することで、ダイオキシン類を吸着した懸濁物質の大部分が捕集できるため、そのまま一般河川に放流できる場合がある。
- (4) フィルターろ過を用いる場合は、試料性状・ろ過条件により期待された性能が発揮できないことがあるので、設備検討には十分な注意が必要である。
- (5) 紫外線や光触媒による排水処理方法は、懸濁粒子の分離なしでは十分な性能は期待できない。

問16 さらし化学パルプ製造漂白工程に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

パルプ漂白の目的は、パルプ中に残存しているセルロースを除去することである。ECF (Elemental Chlorine Free)漂白は、⁽¹⁾分子状塩素を使用せず、⁽²⁾二酸化塩素と⁽³⁾酸素系漂白剤を組み合わせた漂白技術であり、⁽⁴⁾ダイオキシン類の⁽⁵⁾低温生成を抑制できる。

問17 ダイオキシン類測定分析における内標準物質に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類の測定分析には、 ^{13}C 又は ^{37}Cl で標識した内標準物質を使用する。
- (2) サンプリングスパイク内標準物質は、試料採取から抽出前までの操作の結果を確認するために使用され、その回収率は 80 ~ 150 % の範囲内であればならない。
- (3) クリーンアップスパイク内標準物質は、抽出からクリーンアップまでの前処理操作全体の結果を確認し、ダイオキシン類を定量するための基準とするために使用される。
- (4) シリンジスパイク内標準物質は、GC/MS への試料液の注入を確認するために使用される。
- (5) クリーンアップスパイク内標準物質の回収率は、50 ~ 120 % の範囲内であればならない。

問18 ダイオキシン類測定分析における検出下限及び定量下限に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類の測定は、非常に低い濃度の測定であり、測定に使用する装置、測定条件及び測定操作等により測定精度が大きく変動しやすい。
- (2) 検出下限及び定量下限は、最終測定段階で検出及び定量できる絶対量である。
- (3) 装置の検出下限及び定量下限は、使用する測定装置の感度及び精度によって決まる。
- (4) 測定方法の検出下限及び定量下限は、前処理方法を含めた測定操作全体の精度によって決まる。
- (5) 試料における検出下限及び定量下限は、装置の検出下限及び定量下限を基にして、実際の試料において検出及び定量できる最小濃度として求められる。

問19 排ガス試料採取方法において、十分な捕集効率があることを確認する操作として、正しいものはどれか。

- (1) 採取した試料に内標準物質を添加し、測定値から算出した捕集効率が70～120%であることを確認する。
- (2) 内標準物質の回収率を確認すれば捕集効率の再確認の必要はない。
- (3) 採取装置の後ろにJIS I形採取装置の吸着捕集部を追加して試料を採取し、内標準物質の回収率が規定範囲内であることを確認する。
- (4) 採取装置の後ろにダイオキシン類を捕集できる部分をもう一段追加し、追加した試料捕集部からダイオキシン類が検出されないことを確認する。
- (5) 内標準物質の回収率を確認した採取装置を並列に接続し、測定値が同一であることを確認する。

問20 水試料の採取・保存操作に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 分析対象の揮散がないように、可能な限り試料容器に空気を残さない。
- (2) 試料容器の栓には、ゴム製を使用する。
- (3) 試料水による容器洗浄は行わない。
- (4) 保存期間中の分析対象の分解を防ぐために、褐色ガラス瓶を必ず使用する。
- (5) 工場などの操業頻度により1日の水質変動が大きい場合は、試料採取数を増やす必要があるが、コンポジット試料は用いてはならない。

問21 抽出液量 100 mL のうち 50 mL を分取し、最終検液量 20 μ L、GC/MS 注入量 1 μ L、TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.08 pg の場合、試料における検出下限を 0.08 pg/L にするために必要な採水量(L)はおよそいくらか。

- (1) 20 (2) 25 (3) 30 (4) 40 (5) 50

問22 試料の前処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排ガス試料のフィルター部は、塩酸による処理を行う。
- (2) 排ガス試料の吸着剤などの固体からの抽出は、ソックスレー抽出又はこれと同等の抽出方法で行う。
- (3) 排水試料は、ガラス繊維ろ紙(孔径 0.5 μ m 程度)で吸引ろ過する。
- (4) 排水試料のろ液からの抽出で固相抽出法を用いる場合、吸着破過を起こす通水量の確認ができていない試料については、1枚の抽出用固相への通水量は 10 L 以下とする。
- (5) 液-液抽出法では、溶液 1 L に対してジクロロメタン 100 mL の割合で添加し、振とう幅約 5 cm、毎分 100 回以上で約 20 分間振り混ぜて抽出する操作を 3 回行う。

問23 ダイオキシン類測定分析における GC/MS に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 分解能は 10000 以上とする。ただし、内標準物質として ^{13}C -OCDF を使用する場合、GC のカラム選択によっては 12000 程度が必要になる。
- (2) 検出方法は質量校正用標準物質を用いたロックマス方式による選択イオン検出(SIM)法を用いる。
- (3) 質量校正用標準物質のモニターチャンネルのクロマトグラムで、測定対象化合物の出現時間においてシグナルに $\pm 5\%$ 以上の変動が認められた場合には、その化合物については定量してはならない。
- (4) 検量線の作成は、各検量線作成用標準液を 1 濃度水準に対して最低 3 回 GC/MS に注入し、全濃度領域で合計 15 点以上のデータをとる。
- (5) 各標準物質及び内標準物質のピーク面積を求め、各標準物質の対応するクリーンアップスパイク内標準物質に対するピーク面積の比と注入した標準液中のその標準物質と内標準物質の濃度比を用いて検量線を作成し、 RRF_{cs} を算出する。

問24 酸素濃度 12 % に換算した排ガス試料の 2,3,7,8-TeCDD 濃度(ng/m^3 (0°C , 101.325 kPa))はおおよそいくらか。ただし、測定値は以下のとおりとする。

抽出液全量中の 2,3,7,8-TeCDD の量 (ng)	: 10
空試験での 2,3,7,8-TeCDD の量 (ng)	: 0
試料ガスの採取量 (0°C , 101.325 kPa) (m^3)	: 4.0
排ガス中の酸素濃度 (%)	: 14

- (1) 1.6 (2) 2.1 (3) 3.2 (4) 6.4 (5) 12.8

問25 TEQの算出及び数値の取り扱いに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 定量下限以上の値はそのままの値を使用してTEQを算出する。
- (2) 定量下限以上の値と定量下限未満で検出下限以上の値はそのままその値を使用し、検出下限未満のものは試料における検出下限の1/2の値を用いて各異性体のTEQを算出し、それらを合計してTEQを算出する。
- (3) 定量下限以上の値と定量下限未満で検出下限以上の値はそのままその値を使用し、検出下限未満のものは試料における検出下限を用いて各異性体のTEQを算出し、それらを合計してTEQを算出する。
- (4) JIS Z 8401に準じて各化合物の実測濃度を丸め、有効数字2桁で表示する。
- (5) 各化合物のTEQの有効数字は2桁となるように数値を丸める。

略 語 表

略 語	用 語
2,3,7,8-TeCDD	2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
¹³ C-OCDF	¹³ C で標識したオクタクロロジベンゾフラン
GC/MS	ガスクロマトグラフ質量分析計
RRF_{cs}	測定対象物質のクリーンアップスパイク内標準物質に対する 相対感度
TeCDDs	テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
TEF	毒性等価係数
TEQ	毒性等量, 等価換算毒性量

