

15 ダイオキシン類特論

(平成 27 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 1500102479

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	5	0	0	1	0	2	4	7	9
<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	<input type="checkbox"/>	[2]	[2]	[2]
[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]
[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	<input type="checkbox"/>	[4]	[4]
[5]	<input type="checkbox"/>	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]
[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<input type="checkbox"/>	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	<input type="checkbox"/>
[0]	[0]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[0]	<input type="checkbox"/>	[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 固体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) いぶり燃焼では、熱分解で生成した揮発分が、着火せずにそのまま放出される。
- (2) 分解燃焼では、熱分解により生成し放出された揮発分が、表面から離れた所で火炎を形成する。
- (3) 蒸発燃焼では、融点の高い固体燃料が、表面より昇華して燃焼する。
- (4) 表面燃焼では、周囲空間から拡散してきた酸素や二酸化炭素が、表面の炭素と反応する。
- (5) 表面燃焼では、表面反応で生成した一酸化炭素を燃料とする火炎が、気相部に存在することがある。

問2 集じん装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 粒子の捕集媒体として液体を用いる場合は、湿式集じん装置に分類される。
- (2) 粒子分離の原理から、重力集じん、遠心力集じん、慣性力集じん、ろ過集じんなどに分けられる。
- (3) 集じん装置の集じん率は、装置入口と出口のダスト濃度、ガス温度から求められる。
- (4) 集じん率 η (%)と通過率(又は透過率) P (%)の関係は、 $P = 100 - \eta$ である。
- (5) 気体状のダイオキシン類は粒子化しなければ分離できない。

問3 バグフィルターに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダストの払い落としではダスト層の一部が剥離^{はくり}するので、その直後は一時的に集じん率が低下する。
- (2) 見掛けろ過速度は、0.3～10 cm/s の範囲に設定されることが多い。
- (3) バグフィルター入口出口間の圧力損失が著しく増加した場合は、ろ布破損の可能性がある。
- (4) 処理ガス温度が180℃でも、ダイオキシン類の一部はガス状である。
- (5) ろ布面に残留する塩化カルシウム等の潮解を避けるため、排ガス中の水分率に注意して運転する必要がある。

問4 電気集じんに関する記述中、(ア)～(エ)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。

対象が (ア) であり、これをそのまま捕集するものを乾式という。それに対して、集じん電極上に捕集した粒子を水とともに (イ) 方式のものを湿式という。湿式は逆電離及び再飛散が発生しないため集じん性能が極めて高く、塩化水素などの (ウ) もできるが、 (エ) 設備を必要とするのが欠点である。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|-----------|------|------|-----|
| (1) | 乾燥した固体微粒子 | 洗い流す | 分解 | 水処理 |
| (2) | ミスト | 貯留する | 希釈 | 貯留 |
| (3) | ミスト | 貯留する | ガス吸収 | 貯留 |
| (4) | 乾燥した固体微粒子 | 洗い流す | ガス吸収 | 水処理 |
| (5) | 乾燥した固体微粒子 | 貯留する | 分解 | 貯留 |

問5 充填層式スクラバーに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ガスとともに流入したダストは、充填物表面の水膜と接触して捕集される。
- (2) ダスト除去だけでなく、有害ガスとの同時処理も可能である。
- (3) 充填物としては、比表面積が大きく、ガス流れに対して抵抗の少ないものが望ましい。
- (4) ダストや反応生成物の充填物への付着により、圧力損失が急増することがある。
- (5) 主として処理ガス量の多い場合に採用される。

問6 触媒処理に関する記述中、(ア)～(エ)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。

排ガス中のダイオキシン類は、触媒上で CO_2 、 H_2O 、 HCl 等に (ア) 分解される。圧力損失を小さくするため、一般的に (イ) の触媒が反応器に充填される。空間速度(SV値)を大きくすると、触媒と排ガスの接触時間は (ウ) なり、分解率は (エ) する。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|-----|--------|-----|-----|
| (1) | 還元 | ハニカム構造 | 短く | 向上 |
| (2) | 還元 | ペレット状 | 長く | 向上 |
| (3) | 酸化 | ハニカム構造 | 長く | 向上 |
| (4) | 酸化 | ペレット状 | 短く | 低下 |
| (5) | 酸化 | ハニカム構造 | 短く | 低下 |

問7 排ガスの吸着処理に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

物理吸着では、ファンデルワールス(van der Waals)力や共有結合などの比較的弱い力⁽¹⁾⁽²⁾で、吸着質が固体表面に引きつけられている。一般に、平衡吸着量は、比表面積の大きい吸着剤ほど多く⁽³⁾なり、吸着温度を下げると増加する⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

問8 鉄鉱石焼結工程に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシシン類生成量に対する燃料の種類の影響は小さい。
- (2) 配合原料に含まれるダイオキシシン類は、焼成過程でほとんどが分解すると考えられている。
- (3) 配合原料に銅の塩化物や酸化物を添加することにより、ダイオキシシン類発生量が増加することが確かめられている。
- (4) 焼結鉱中には、ダイオキシシン類がほとんど残留しない。
- (5) 配合原料中の塩素濃度とダイオキシシン類生成量には、比較的強い正の相関が認められている。

問9 製鋼用電気炉に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 操業の進行に伴い、排ガスの組成と温度は大きく変動する。
- (2) 電気炉出口排ガスの顕熱を利用した原料スクラップの予熱が行われる場合がある。
- (3) 排ガス集じんには、一般に電気集じん機が使用され、300℃程度で処理が行われる。
- (4) 集じんダストは、鉄、亜鉛など金属成分の含有量が高く、塩素も数%含まれる。
- (5) 集じんダストを100～200℃に加熱することにより、ダイオキシシン類が生成するというデータが報告されている。

問10 還元揮発法による亜鉛回収プロセスに関する記述中、(ア)～(ウ)の に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

電気炉ダストを (ア) 等の還元剤とともに、 (イ) 又は (ウ) で処理し、亜鉛を還元揮発後、空気により酸化して酸化亜鉛とする。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|------|-----|----------|
| (1) | コークス | 溶鋳炉 | ロータリーキルン |
| (2) | 生石灰 | 溶鋳炉 | 焼結炉 |
| (3) | 生石灰 | 電気炉 | ロータリーキルン |
| (4) | コークス | 溶鋳炉 | 電気炉 |
| (5) | 活性炭 | 焼結炉 | ロータリーキルン |

問11 アルミニウム合金製造プロセスで使用されるフラックスに関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

(1) ドロス分離促進のため、原料溶解工程において溶湯表面に散布したり、溶湯精製工程において窒素やアルゴンガスに混合させて溶湯内に注入される。主にナトリウム、カリウム、マグネシウム、アルミニウムなどの塩化物や硫化物を含有する。
(2)
(3)
(4)
(5)

問12 凝集沈殿による排水処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 対象は水中の 0.001 ～ 1 μm の大きさの粒子である。
- (2) 懸濁態のダイオキシン類を除去するのに有効である。
- (3) 無機凝集剤には、粒子表面を荷電中和して不安定化する作用がある。
- (4) 無機凝集剤としては、硫酸アルミニウム、硫酸鉄(Ⅱ)などが用いられる。
- (5) 高分子凝集剤のうち、非イオン性ポリマーは、pH 10 以上の高 pH 域の凝集処理に有効である。

問13 排水の酸化処理法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) OH ラジカルは、 O_3 、 H_2O_2 、 $HClO$ よりも酸化還元電位が高い。
- (2) ダイオキシン類と OH ラジカル反応速度定数は、 O_3 の約千倍である。
- (3) O_3/H_2O_2 では、被処理水の pH を中性付近に調整する必要がある。
- (4) 光触媒による酸化処理法では、UV を照射された光触媒の価電子帯の正孔で有機物が酸化される。
- (5) 光触媒でダイオキシン類を分解するためには、ダイオキシン類と光触媒の接触効率等を上げるため、反応器形状を工夫する必要がある。

問14 活性汚泥法に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

活性汚泥は、嫌気性微生物⁽¹⁾や有機・無機性の浮遊物質⁽²⁾などから成るゼラチン状のフロックである。活性汚泥と排水を曝気槽⁽³⁾で接触させると、活性汚泥は排水中に含まれる有機物を吸着し酸化分解⁽⁴⁾する。次に活性汚泥と処理水は、沈殿池で重力沈降⁽⁵⁾により分離される。

問15 水へのダイオキシン類排出の可能性があると思われる各物質の製造プロセスと、ダイオキシン類の主要発生工程の組合せとして、誤っているものはどれか。

(物質)	(主要発生工程)
(1) クロロベンゼン又はジクロロベンゼン	ベンゼンの塩素化工程
(2) 硫酸塩(又は亜硫酸塩)パルプ	パルプの蒸解工程
(3) カプロラクタム	塩化ニトロシル製造工程
(4) アルミナ繊維	アルミナ繊維焼成工程
(5) 2,3-ジクロロ-1,4-ナフトキノン	ナフトキノンの塩素化反応工程

問16 二塩化エチレン/塩化ビニルモノマー製造プロセスに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 直接塩素化法では、エチレンに塩素を反応させる。
- (2) 直接塩素化法では、反応温度は 50 ~ 130℃である。
- (3) 酸化塩素化法では、エチレンに塩素と酸素(空気)を反応させ、二塩化エチレンを作る。
- (4) 酸化塩素化法では、反応温度は 250 ~ 300℃である。
- (5) 酸化塩素化法では、反応触媒に通常、塩化銅を使用する。

問17 JIS K 0311 に示されている排ガス試料採取装置の条件に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類について十分な捕集率がある。
- (2) ダイオキシン類の二次生成，分解などが起こり得る可能性がない。
- (3) 測定点の排ガス流速に対して相対誤差 $-5 \sim +10 \%$ の範囲内で，等速吸引による試料ガスの採取が可能である。
- (4) フィルター捕集部が 140°C を超えないようにする。
- (5) 試料採取後から抽出操作を行うまでの操作において，ダイオキシン類の損失がない。

問18 JIS K 0311 に示されている排ガス試料採取装置(JIS I 形)の構成に関する記述として，誤っているものはどれか。

- (1) 採取管部は，排ガス温度に応じて，ほうけい酸ガラス製又は透明石英ガラス製とする。
- (2) フィルター捕集部には，JIS Z 8808「排ガス中のダスト濃度の測定方法」に規定する 1 形のダスト捕集器を用いる。
- (3) 液体捕集部は，内容積 $0.5 \sim 1 \text{ L}$ の吸収瓶を用いる。
- (4) 吸着捕集部は，液体捕集部(I)と液体捕集部(II)の間に縦形に連結する。
- (5) フィルター捕集部から液体捕集部までの連結導管は，できるだけ短くする。

問19 抽出液量 100 mL のうち 50 mL を分取し，最終検液量 $40 \mu\text{L}$ ，GC/MS 注入量 $2 \mu\text{L}$ ，TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.06 pg の場合，試料ガスにおける検出下限が 0.0006 ng/m^3 (0°C ， 101.325 kPa) を得るために必要な標準状態における試料ガス採取量 (m^3) はおよそいくらか。

- (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4) 6 (5) 8

問20 ダイオキシン類測定のための工場排水等の試料水採取に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 代表性が確保されるように採取時期及び採取地点の選定を行う。
- (2) 試料容器は、特に断らない限りガラス製のものを使用する。
- (3) 採水器は、測定対象物質が採水器内壁に吸着しないものを使用する。
- (4) 試料水により、容器を3回洗浄する。
- (5) 試料水中に残留塩素が存在する場合には、チオ硫酸ナトリウム五水和物を添加し、よく混合する。

問21 ダイオキシン類分析試料の前処理操作における、内標準物質の添加に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排ガス試料では、各捕集部の試料に内標準物質を一定量添加する。
- (2) 排水試料を複数の試料容器に採取した場合は、一つの試料容器に内標準物質を一定量添加する。
- (3) PCDDs 及び PCDFs については、少なくとも塩素数ごとに2,3,7,8-位塩素置換体を最低1種類ずつ添加する。
- (4) ノンオルト体のコプラナー PCB については、全種類を添加する。
- (5) 添加した内標準物質の回収率は50～120%の範囲内でなければならない。

問22 JISに定められたダイオキシン類の同定と定量に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) キャピラリーカラムを用いるガスクロマトグラフ(GC)と二重収束形質量分析計(MS)を用いるガスクロマトグラフ質量分析法によって行う。
- (2) GC/MSの分解能は10000以上が要求されるが、使用する内標準物質によっては12000が必要である。
- (3) ロックマス方式を用いる。
- (4) 選択イオン検出(SIM)法により検出し、クロマトグラムを記録する。
- (5) ダイオキシン類であることを確認した後に、標準添加法によって定量を行う。

問23 クリーンアップスパイクの回収率(%)はおよそいくらか。ただし、測定値は以下のとおりとする。

クリーンアップスパイク内標準物質のピーク面積	: 300000
対応するシリンジスパイク内標準物質のピーク面積	: 100000
対応するシリンジスパイク内標準物質の添加量(pg)	: 300
対応するシリンジスパイク内標準物質との相対感度	: 1.050
クリーンアップスパイク内標準物質の添加量(pg)	: 1000

- (1) 62 (2) 76 (3) 86 (4) 95 (5) 120

問24 ダイオキシン類測定 of 精度管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) サンプリグスパイク内標準物質の回収率は、70～130%の範囲内であればならない。
- (2) 装置の検出下限は、四塩素化物では0.2 pg以下であればならない。
- (3) 装置の検出下限は、八塩素化物では0.5 pg以下であればならない。
- (4) 試料ガスにおける検出下限は、評価しなければならない濃度の1/30以下であればならない。
- (5) 水試料の二重測定は、特に断らない限り10試料数に1回の頻度で行う。

問25 排ガス試料の空試験に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 操作ブランク試験は、測定試料の調製又はGC/MSへの導入操作などに起因する汚染を確認する操作である。
- (2) 操作ブランク試験は、試料間汚染が予想されるような高い濃度の試料を測定した場合には行うことが望ましい。
- (3) トラベルブランク試験は、試料ガス採取準備時から採取試料の運搬までの汚染の有無を確認する操作である。
- (4) トラベルブランク試験は、試料採取操作は行わないが、前処理、GC/MSによる同定及び定量の操作は試料と同様に行う。
- (5) トラベルブランク試験を行う場合には、少なくとも2試料について行う。

略 語 表

略 語	用 語
GC/MS	ガスクロマトグラフ質量分析計
PCDDs	ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
PCDFs	ポリクロロジベンゾフラン
TeCDDs	テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
コプラナー PCB	コプラナーポリクロロビフェニル

