

# 8 汚水処理特論

(令和2年度)

水質第1種～第4種

試験時間 12:45～14:00 (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 2000198765

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									
2	0	0	0	1	9	8	7	6	5
[1]	[1]	[1]	[1]	<input checked="" type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
<input checked="" type="checkbox"/>	[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 checked="" type="checkbox"/>
[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	<input checked="" type="checkbox"/>	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<input checked="" type="checkbox"/>	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	<input checked="" type="checkbox"/>	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	<input checked="" type="checkbox"/>	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" 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、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。

問1 工場からの排水等の処理計画に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排水処理の大原則は、適正な工程管理により可能な限り処理前の水量・汚染状態を低減させることである。
- (2) 工場の様々な発生源から排出される汚濁負荷を集合して終末点で処理をするエンドオブパイプからの脱却や、生産工程からの排出を極力抑制しようとするゼロエミッションやクリーナープロダクションの考え方も重要である。
- (3) 一般に、工場内の製造排水、冷却排水、衛生排水(し尿及び生活雑排水)を混合して処理することは、個々の汚染物質の濃度を下げることができ、終末点での処理が容易になるので好ましい。
- (4) 製品となるべき成分が何らかの理由により排水中に出てくる場合は、生産工程の改善により製品のロスを減らすことで、汚濁負荷量も減らすことができる。
- (5) 原料を精製する過程で不純物を水に含ませて排出する場合は、排水の量を減らしても濃度が高くなり、汚濁の絶対量は減らない。

問2 3段の向流多段洗浄において、製品が各段で持ち出す水量( $v$ )を半減させて、洗浄水量( $V$ )との比( $V/v$ )を5から10に上げることにより、第3段の洗浄槽を出る製品中の不純物質の量を、およそ何分の1に減少させることができるか。

- (1)  $\frac{1}{2}$       (2)  $\frac{1}{4}$       (3)  $\frac{1}{5}$       (4)  $\frac{1}{7}$       (5)  $\frac{1}{10}$

問3 排水中の懸濁粒子を沈降分離で処理する場合、一般に、懸濁粒子は下記のストークスの式に従って沈降する。直径  $d = 0.01 \text{ cm}$ 、密度  $\rho_s = 1.2 \text{ g/cm}^3$  の懸濁粒子の最も近い沈降速度  $v(\text{cm/s})$  はいくらか。

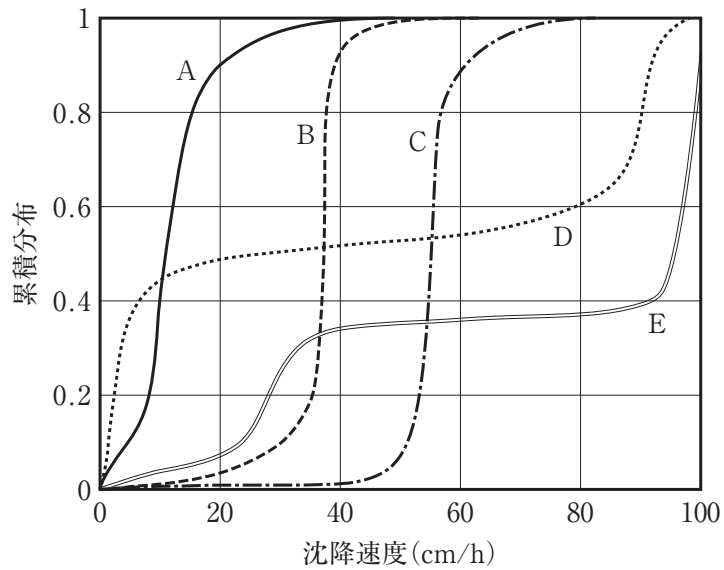
ただし、懸濁粒子は球形で、沈降過程における凝集はなく、沈殿池内に乱れや短絡流はないものとする。

$$\text{ストークスの式： } v = \frac{g(\rho_s - \rho)d^2}{18\mu}$$

ここに、 $v$  : 粒子の沈降速度 ( $\text{cm/s}$ )       $g$  : 重力の加速度 =  $980 \text{ cm/s}^2$   
 $d$  : 粒子の直径 ( $\text{cm}$ )                       $\mu$  : 水の粘度 =  $0.01 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$   
 $\rho_s$  : 粒子の密度 ( $\text{g/cm}^3$ )                 $\rho$  : 水の密度 =  $1.0 \text{ g/cm}^3$

- (1) 0.054      (2) 0.11      (3) 0.54      (4) 1.1      (5) 5.4

問4 5種類の排水A～Eについて、それぞれの水中の固形物の粒度分布を測定し、下図のような沈降速度分布曲線を得た。表面積100m<sup>2</sup>の横流式沈殿池に40m<sup>3</sup>/hの水量の排水を流入させて固形物の沈殿除去をするとき、粒子の分離効率が高くなるのは、どの排水か。ただし、排水は流入部から均一に流入し、池内に乱れや短絡がなく、水の流れは並行であり、かつ粒子は沈降の過程で沈降速度が変わることはないものとする。



- (1) A      (2) B      (3) C      (4) D      (5) E

問5 凝集分離に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 水に懸濁して安定な分散状態を保っている微粒子が凝集剤などによって凝集して生じる粗大粒子をコロイドという。
- (2) 水の中の安定な微粒子分散系に、反対荷電を持つ微粒子やイオンを添加して荷電を中和すると凝集が起こる。
- (3) 無機凝集剤の代表的なものには、硫酸アルミニウム、ポリ塩化アルミニウム、硫酸鉄(Ⅱ)、塩化鉄(Ⅲ)などがある。
- (4) 凝集剤の添加量を原水の水質分析値から推定できない場合は、ジャーテストによって実験的に決定する。
- (5) 攪拌が強すぎると、凝集によって生成した凝集体が破壊されて再分散してしまうので、ある凝集反応系に特有の最適攪拌条件が存在する。

問6 加圧浮上分離法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 粒子の密度が水より大きいと、浮上分離できない。
- (2) 微細なコロイド状の懸濁物質に対しては、前処理が必要である。
- (3) 一般に所要動力は凝集沈殿法より大きい。
- (4) 一般に固液分離に要する時間は、沈降分離に比べ短い。
- (5) 適用例として、石油精製や機械加工などの含油排水、製紙工場の排水などがある。

問7 塩素による酸化に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 塩素を水に溶かすと、pHが5.6以下ではHClOはほとんど存在しない。
- (2) 水中にアンモニアが存在すると、塩素と結合してクロロアミンを生じる。
- (3) HClO及びClO<sup>-</sup>は遊離塩素に含まれる。
- (4) 塩素の酸化力は、ClO<sup>-</sup>よりもHClOのほうが強い。
- (5) アンモニアの不連続点塩素処理では、不連続点より塩素注入率が大きくなると、残留塩素は主として遊離塩素の状態で存在している。

問8 イオン交換に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 2相間においてイオンが互いに入れ換わる反応をイオン交換反応といい、イオン交換をする母体をイオン交換体と呼ぶ。
- (2) イオン交換樹脂は、純水製造をはじめとして、排水からのレアメタルなどの有価物の回収、微量の重金属イオンの除去などに用いられる。
- (3) イオン交換法の採用に当たっては、再生廃液の処分に関して考慮しておく必要がある。
- (4) 通常のイオン交換装置では、破過点まで吸着できるイオン量は全イオン交換容量と等しい。
- (5) イオン交換処理の計算を容易にするために、通常は被処理水のイオン濃度、樹脂の交換容量は炭酸カルシウムに換算して表示される。

問9 電気透析法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 膜を通してイオンが移動する現象を利用した方法である。
- (2) イオン交換樹脂を膜状に成型したものをを用いる。
- (3) 溶解塩類の除去に用いられる。
- (4) 水溶性電解質でないコロイド質や有機物は除去できる。
- (5) イオン状の鉄、マンガンなどは膜に沈積して劣化を起こす原因になるので、前処理によって除去しておくほうがよい。

問10 汚泥の焼却に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 燃料消費量は、汚泥の水分量や有機物の含有量に影響される。
- (2) ダイオキシン類の発生を抑制するために、適正な燃焼温度管理(850℃程度)に留意する。
- (3) 流動焼却炉では、炉の中に砂などの流動媒体を入れ、この流動層内に汚泥を供給して燃焼させる。
- (4) 流動焼却炉は、階段式ストーカー炉に比べると炉内に機械的可動部が多い。
- (5) 階段式ストーカー炉では、脱水汚泥の攪拌作用がないため、高含水率汚泥に対しては、予備乾燥が必要となる。

問11 BOD 濃度 400 mg/L、流量 200 m<sup>3</sup>/日の排水 A 系と、BOD 濃度 160 mg/L、流量 500 m<sup>3</sup>/日の排水 B 系とが合流し、沈殿池で SS 性 BOD を自然沈降させたところ BOD 除去率は 30 %であった。沈殿池の越流水を活性汚泥法で処理するとき、曝気槽での BOD 容積負荷(kg/(m<sup>3</sup>・日))を求めよ。なお曝気槽の容積は 400 m<sup>3</sup>とする。

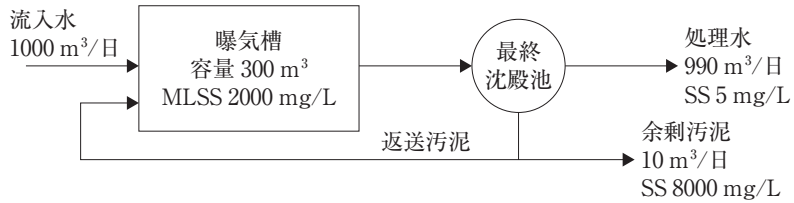
- (1) 0.28      (2) 0.32      (3) 0.37      (4) 0.40      (5) 0.42

問12 BOD 濃度 250 mg/L、流量 200 m<sup>3</sup>/日の排水を曝気槽 100 m<sup>3</sup>の活性汚泥法で、汚泥負荷 0.25 kg BOD/(kg MLSS・日)で処理しており、S<sub>v</sub>(30 分間沈降後の汚泥容積)は 300 mL/L であった。汚泥容量指標 SVI(mL/g)を求めよ。

- (1) 100      (2) 130      (3) 150      (4) 160      (5) 180



問13 ある活性汚泥法による排水処理施設では、下図のような運転がなされている。  
この処理施設における汚泥滞留時間(日)として、最も近いものはどれか。ただし、  
最終沈殿池や返送汚泥管などに存在する汚泥量は無視してよい。



- (1) 2                    (2) 3                    (3) 4                    (4) 6                    (5) 7

問14 活性汚泥法において、汚泥生成量は次式から求められる。

$$\Delta S = a \cdot L_r - b \cdot S_a$$

ここで、 $\Delta S$ は汚泥生成量(kg/日)、 $L_r$ は除去BOD量(kg/日)、 $S_a$ は曝気槽内汚泥量(kg)、 $a$ は除去BODの汚泥への転換率(kg MLSS/kg BOD)、 $b$ は内生呼吸による汚泥の自己酸化率(1/日)である。

いま、一定の汚泥滞留時間(SRT)で余剰汚泥が引き抜かれ、BOD-SS負荷量が0.4(kg BOD/(kg MLSS・日))、BOD除去率が95%で運転されているときに活性汚泥法が定常状態であるとする、SRTとして最も近い値(日)はどれか。

ただし、定常状態では比増殖速度( $\Delta S/S_a$ )がSRTの逆数に近似でき、 $a$ は0.5、 $b$ は0.05とする。

- (1) 3                    (2) 7                    (3) 10                    (4) 15                    (5) 20

問15 好気処理の活性汚泥法と嫌気処理のメタン発酵法(二方式)の特徴を表に示した。

この表中の A ～ C に入るべき数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

項目	活性汚泥法	メタン発酵法	
		慣用法	上向流式嫌気汚泥床法(UASB法)
対象排水濃度	低～中濃度	高濃度	中～高濃度
水理学的滞留時間(日)	1以下	A	1～3
槽内汚泥濃度(mg/L)	2000～5000	10000程度	B
汚泥沈降性(mm/s)	C	1程度	10～20
臭気	少ない	有り	有り
所要動力	大	小	小

	A	B	C
(1)	1～2	10000程度	2程度
(2)	4～7	50000程度	10程度
(3)	4～7	10000程度	10程度
(4)	10～30	50000程度	2程度
(5)	10～30	10000程度	10程度

問16 アナモックス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) 嫌気性条件下における生物学的窒素変換反応である。
- (2) 有機物を必要としない独立栄養型のプロセスである。
- (3) 消費される窒素は全量が窒素ガスへ変換される。
- (4) アンモニア態窒素の約半量を亜硝酸態窒素に酸化させればよいので、従来の硝化脱窒素法に比べて必要酸素量が小さい。
- (5) 従来の硝化脱窒素法に比べて汚泥発生量が小さい。

問17 りんの除去に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 無機凝集剤による凝集分離処理でりんを除去できる。
- (2) HAP 法は、排水にカルシウムを添加し、アルカリ剤による pH 調整を行い、ヒドロキシアパタイトとして除去するものである。
- (3) MAP 法は、アンモニアの存在下でマグネシウム剤を添加し、アルカリ剤による pH 調整を行い、りん酸マグネシウムアンモニウムとして除去するものである。
- (4) 生物的脱りん法は、活性汚泥によるりんの過剰摂取現象を利用するものである。
- (5) 嫌気・無酸素・好気法では、無酸素槽でりんを放出させた後、好気槽でりんを取り込むものである。

問18 酸化還元装置及びその維持管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ORP 計によって酸化剤又は還元剤を所定電位になるように注入する。
- (2) ORP 計は pH 計と同様に検量線を用いた校正が定期的に必要である。
- (3) ORP 計の電極面の汚れを清掃し、硫酸鉄(Ⅱ)溶液などで指示値を確認する。
- (4) COD の除去に次亜塩素酸ナトリウムあるいはオゾンを用いて化学的酸化をする場合は、通常 ORP 制御は行わない。
- (5) 着色排水の脱色では、酸化剤の添加量はあらかじめ実験によって決定する。

問19 活性汚泥処理装置の維持管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 曝気槽内の pH が中性付近になるように、事前に中和槽又は曝気槽内で中和する。
- (2) 排水中に窒素やりんなどの栄養塩類が不足している場合は、質量比で、 $BOD : N : P = 100 : 5 : 1$  程度になるように栄養塩類を添加する。
- (3) 流入負荷の変動を見込みつつ、曝気槽内の溶存酸素濃度は  $1 \text{ mg/L}$  程度以上になるように管理する。
- (4) 曝気槽内の溶存酸素濃度が急上昇した場合は、微生物活動が低下した可能性があり、pH の異常、毒性物質の流入、返送汚泥の停止などの原因が考えられる。
- (5) 処理対象となる有機物が、高濃度になると微生物に対して毒性を持つ場合は、貯留槽より少量ずつ注入し、かつ押し出し流れ方式にする。

問20 溶存酸素の測定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

隔膜式電極法は、試料中の溶存酸素だけを通す膜を通過した酸素によって金属<sup>(1)</sup>  
電極間に発生する電流値<sup>(2)</sup>から、溶存酸素濃度を求める。

光学式センサ法は、蛍光物質やりん光物質などが塗布されたセンサキャップ、  
励起光源<sup>(3)</sup>、光検出部<sup>(4)</sup>から構成され、塗布された蛍光物質やりん光物質が発する光  
が試料中の溶存酸素による増光作用<sup>(5)</sup>等を受けることを利用して溶存酸素濃度を求  
める。

問21 ノルマルヘキサン抽出物質の検定方法に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

ノルマルヘキサン抽出物質とは試料をアルカリ性とし、ヘキサン抽出を行った後、約 80℃でヘキサンを揮散させたときに残留する物質をいう。

この試験は、主として揮散しにくい鉱物油及び動植物油脂類の定量を目的とするが、これらのほかヘキサンに抽出された揮散しにくいものは、定量値に含まれる。

問22 フェノール類の検定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

4-アミノアンチピリン吸光光度法では、前処理で蒸留した試料を pH4 以下に調節し、これに4-アミノアンチピリン溶液とヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム溶液を加えて、生成するアンチピリン色素の吸光度を波長 510 nm 付近で測定する。

問23 紫外線吸光光度法による全窒素の検定方法に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

紫外線吸光光度法では、試料にペルオキソ二硫酸カリウムのアルカリ性溶液を加え、約 120℃に加熱して窒素化合物を亜硝酸イオンに変えるとともに共存する有機物を分解する。この溶液の pH を 2～3とした後、波長 220 nm の吸光度を測定する。

問24 燃焼酸化－赤外線式の TOC 計を用いた測定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

1 チャンネル方式は自動計測にも使用される。試料にアルカリを加えて pH10 以上とし、これにパージガスを通気して無機体炭素を除去する。この試料を燃焼し、生成した二酸化炭素を非分散型赤外線ガス分析計で測定する。

問25 全りん の検定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

ペルオキシ二硫酸カリウム分解法では、試料にペルオキシ二硫酸カリウムを加え、120℃の高圧蒸気滅菌器中で加熱して有機物などを分解し、生成したりん酸イオンをインドフェノール青吸光光度法で定量し、これをりんの濃度で表す。

