

# 8 汚水処理特論

(平成 24 年度)

水質第 1 種～第 4 種

試験時間 12:45～14:00

退出可能時間 13:10～13:50

## 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 1200102479

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	2	0	0	1	0	2	4	7	9
←	(1)	(1)	(1)	←	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
(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)
(5)	(5)	(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)	←	(7)
(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	←
(0)	(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 工場の污水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) 向流多段洗浄を採用すると、採用しない場合に比べて、同じ洗浄効果を得るのに必要な洗浄水の量は増加する。
- (2) 生産工程の変更は、排水量を減少させる有力な手段の一つである。
- (3) 設備を改良して製品の歩留りを向上させることにより、排水の汚濁負荷を減少できる。
- (4) 一般には、濃厚で少量の排水は、希薄で大量の排水との混合を避けて個別に処理した方が経済的である。
- (5) 副産物の回収は、排水処理のコストも包含した全体のシステムとして評価した上でなされるべきである。

問2 粒子の沈降速度に関するストークスの式の説明として、誤っているものはどれか。

- (1) 粒子の密度が同じで粒子径が2倍になると、粒子の沈降速度は4倍になる。
- (2) 液体の粘性が2倍になると、粒子の沈降速度は1/8になる。
- (3) 粒子の沈降速度は重力加速度に比例する。
- (4) 粒子の沈降速度が大きい領域では、ストークスの式に代わってアレンの式などが適用できる。
- (5) 油滴の浮上についても、ストークスの式などを用いて浮上速度が計算できる。

問3 沈降分離に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 普通沈殿における固形物の分離効率、装置内の水の流れが理想状態にあるとすれば、固形物の沈降速度分布と装置の表面積負荷により計算できる。
- (2) 上昇流式沈殿池では、沈降速度が上昇流速より大きい粒子はすべて沈降分離される。
- (3) 横流式沈殿池では、沈降速度が表面積負荷より小さい粒子でも、部分的に除去される。
- (4) 汚泥の回分沈降曲線において、汚泥の初期濃度が高いほど、初期の界面沈降速度は小さくなる。
- (5) 連続シックナーの内部において、汚泥濃度が大きくなるほど質量沈降速度は大きくなる。

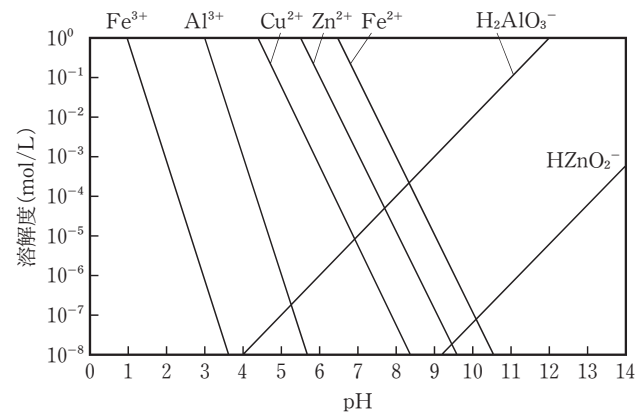
問4 凝集剤に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 無機凝集剤による懸濁粒子けんたうの凝集効果は、粒子の表面荷電の中和と、ゲル状の金属水酸化物への吸着の両方の効果による。
- (2) 硫酸アルミニウムを水に溶かすと、加水分解によって水のpHは低下する。
- (3) 塩化鉄(Ⅲ)は、使用条件が悪いと処理水が着色することがある。
- (4) 非イオン性ポリマーによる凝集効果は、主として負に帯電している懸濁粒子の表面荷電の中和による。
- (5) 陰イオン性ポリマーは無機凝集剤と併用されることが多く、粒子間に吸着架橋してフロックの粗大化に効果がある。

問5 接触凝集沈殿装置の性能を表す凝集速度式として、正しいものはどれか。ここに、 $n$  は原水に凝集剤を注入してできた微小フロクの単位体積中の個数(個/cm<sup>3</sup>)、 $N$  は既成フロクの単位体積中の個数(個/cm<sup>3</sup>)、 $D$  は既成フロクの直径(cm)、 $\epsilon_0$  は水の単位体積中で単位時間に消費される攪拌エネルギー(erg/(cm<sup>3</sup>・s))、 $\mu$  は水の粘性係数(g/(cm・s))である。

- (1)  $\frac{dn}{dt} \doteq -3\pi\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_0}}D^3\frac{N}{n}$
- (2)  $\frac{dn}{dt} \doteq -3\pi\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_0}}DNn$
- (3)  $\frac{dn}{dt} \doteq -3\pi\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu}}D^3Nn$
- (4)  $\frac{dn}{dt} \doteq -3\pi\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu}}D^3\frac{N}{n}$
- (5)  $\frac{dn}{dt} \doteq -3\pi\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_0}}D\frac{N}{n}$

問6 各種金属イオンの溶解度と pH の関係は下図のように表される。金属イオンを含む排水の処理に関する記述として、正しいものはどれか。



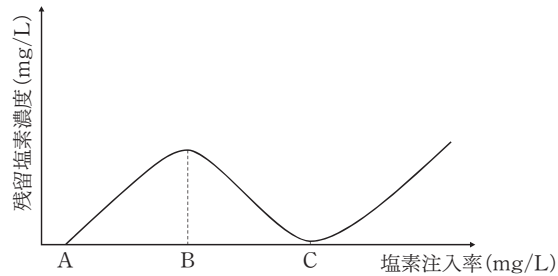
- (1) 銅は pH 4 付近でほぼ完全に沈殿除去される。
- (2) 鉄は両性金属である。
- (3) アルミニウムは pH 9 ~ 10 でほぼ完全に沈殿除去される。
- (4) 亜鉛は pH 13 付近でほぼ完全に沈殿除去される。
- (5) 3 価の鉄は pH 4 付近でほぼ完全に沈殿除去される。

問7 水溶液中における酸化と還元に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ある反応系で酸化が行われる場合は、必ず還元が同時に起こっている。
- (2) 酸化還元対を含む溶液に白金電極と水素電極とを入れると、両極間に電位差を生じ、これを酸化還元電位という。
- (3) 標準酸化還元電位の高い系は、より低い系を還元することができる。
- (4) 塩素を溶かした水溶液の酸化力は、pH により変化する。
- (5) オゾンは塩素より酸化力が強い。

問8 次の記述の(ア)及び(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。

下図はアンモニアを含む水に塩素を注入したときの残留塩素濃度の変化を表したものである。塩素注入率がA点からC点までの残留塩素は主に  (ア) として存在する。このとき、塩素要求量は、 (イ) 点までに添加する塩素量になる。



- |            |     |
|------------|-----|
| (ア)        | (イ) |
| (1) 遊離塩素   | A   |
| (2) 遊離塩素   | B   |
| (3) クロロアミン | A   |
| (4) クロロアミン | B   |
| (5) クロロアミン | C   |

問9 イオン交換樹脂の活性基の種類として、強酸性活性基と弱塩基性活性基の、正しい組合せはどれか。

- |                |            |
|----------------|------------|
| (強酸性)          | (弱塩基性)     |
| (1) カルボキシル基    | スルホン酸基     |
| (2) スルホン酸基     | 第四級アンモニウム基 |
| (3) カルボキシル基    | 第四級アンモニウム基 |
| (4) スルホン酸基     | 第三級・第二級アミン |
| (5) 第三級・第二級アミン | カルボキシル基    |

問10 再生直後の強酸性陽イオン交換樹脂へ1 mmol/LのNaCl溶液を通水したところ、1 m<sup>3</sup> 通水した時点でNa<sup>+</sup>を十分に交換できなくなった。再生直後の同じ樹脂に1 mmol/LのMgCl<sub>2</sub>溶液を通水すると、Mg<sup>2+</sup>を十分に交換できなくなるまでに通水できる水量(m<sup>3</sup>)はいくらか。

- (1) 0.25      (2) 0.5      (3) 1      (4) 2      (5) 4

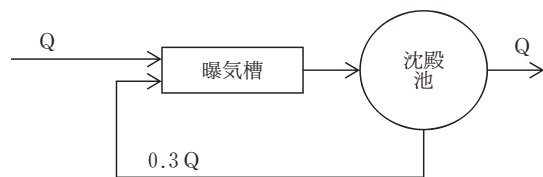
問11 汚泥焼却に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

汚泥の発熱量は有機物の含有量によって異なるが、下水汚泥を補助燃料なしに<sup>(1)</sup>自然させるには、水分80%以下まで脱水する必要がある。ダイオキシン類の発生を抑制するため、適正な<sup>(2)</sup>燃焼温度管理(850℃程度)<sup>(3)</sup>に留意する必要がある。流動焼却炉は、炉の中に<sup>(4)</sup>砂などの流動媒体を入れ、<sup>(5)</sup>下方から高温ガスを送入して流動化させ、汚泥を供給して燃焼させる。

問12 標準活性汚泥法における次の用語とその内容の組合せとして、誤っているものはどれか。

(用語)	(内容)
(1) BOD 除去率	$\left\{1 - \frac{\text{処理水 BOD 濃度 (mg/L)}}{\text{流入 BOD 濃度 (mg/L)}}\right\} \times 100 (\%)$
(2) BOD 容積負荷	$\frac{\text{流入 BOD 量 (kg/日)}}{\text{曝気槽容積 (m}^3\text{)}}$
(3) HRT	$\frac{\text{流入排水量 (m}^3\text{/日)}}{\text{曝気槽容積 (m}^3\text{)}}$
(4) 返送汚泥率	$\frac{\text{返送汚泥量 (m}^3\text{/日)}}{\text{流入排水量 (m}^3\text{/日)}} \times 100 (\%)$
(5) SVI	$\frac{\text{30 分間静置後の汚泥容積 (mL/L)}}{\text{MLSS 濃度 (g/L)}}$

問13 下図のように流入水量を Q とし、沈殿池から曝気槽へ 0.3 Q が返送される活性汚泥法の処理プロセスにおいて、曝気槽 MLSS 濃度が 1500 mg/L の場合の返送汚泥 MLSS 濃度 (mg/L) はいくらか。ただし、流入水に含まれる SS は無視できるとする。



- (1) 1500      (2) 3000      (3) 5000      (4) 6500      (5) 8000

問14 BOD 200 mg/L、流量 300 m<sup>3</sup>/日の汚水を曝気槽容量 150 m<sup>3</sup>、MLSS 濃度 2000 mg/L、BOD 除去率 95% で処理している活性汚泥処理施設がある。この施設の 1 日当たりの余剰汚泥生成量 (kg/日) を次式より求めよ。ただし、a は 0.5、b は 0.05 とする。

$$\Delta S = aL_r - bS_a$$

ここに、 $\Delta S$  : 余剰汚泥生成量 (kg/日)     $L_r$  : 除去 BOD 量 (kg/日)

$S_a$  : 曝気槽内汚泥量 (kg)    a : 除去 BOD の汚泥への転換率

b : 内生呼吸による汚泥の自己酸化率 (1/日)

- (1) 12.0      (2) 13.5      (3) 15.0      (4) 16.5      (5) 18.0

問15 膜分離活性汚泥法に関する記述として、誤っているものはどれか。

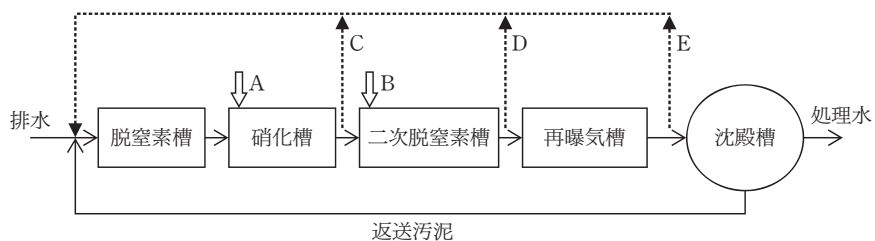
- (1) パルキングが生じると汚泥が流失し、処理が悪化する。
- (2) 通常の活性汚泥法よりも高い MLSS 濃度で運転できる。
- (3) 膜エレメントを反応槽内に浸漬し、吸引ポンプにより処理水を得る方式がよく用いられる。
- (4) 分離膜としては、通常、精密ろ過膜 (MF 膜) が限外ろ過膜 (UF 膜) を用いる。
- (5) 最終沈殿池の必要がない。

問16 嫌気処理において酢酸からバイオガス(CH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>の混合気体)を生成する反応が、次式で表されるとした場合、酢酸6gからのメタン生成量(g)はいくらか。ただし、H、C、Oの原子量は、それぞれ1、12、16とする。



- (1) 1.6      (2) 2.4      (3) 3.2      (4) 4.0      (5) 4.8

問17 下図は循環式硝化脱窒素法のフローである。水素供与体の添加位置、及び循環硝化液の引き抜き位置の組合せとして、最適なものはどれか。



(水素供与体の添加位置)

(循環硝化液の引き抜き位置)

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

問18 物理化学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) pH計は、定期的な標準液による校正と電解液の補給、電極の洗浄作業が必要である。
- (2) 加圧浮上装置では、加圧下で空気を十分に溶解させた加圧水が順調に作られなければならない。
- (3) 高濃度の浮遊物質を含む排水は、清澄ろ過装置にかける前に、凝集沈殿などの前処理を行って、浮遊物質濃度を下げておく必要がある。
- (4) 充填塔型活性炭吸着装置では、浮遊物質による目詰まりを避けるため、できる限り清澄な水を通水する必要がある。
- (5) 膜ろ過装置の薬液洗浄には、塩化鉄(III)を使用する。

問19 凝集沈殿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) ポリ塩化アルミニウムは中和に必要なアルカリの量が、硫酸アルミニウムの場合より多い。
- (2) ジャーテストでは、凝集剤添加量及びpHに関する最適な凝集条件を見出す。
- (3) 沈殿池では、偏流が起らないように、蓄積したスカムや藻類などを除去する。
- (4) 傾斜板を入れた沈殿池では、傾斜板の上に汚泥が堆積して閉塞しないように、適宜洗浄する。
- (5) 沈殿池で沈降した汚泥は、できるだけ高濃度で、かつ過度の堆積がないように引き抜く。

問20 試料の採取及び保存方法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) BOD, COD 検定用試料は、微生物の活動を抑え、藻類などによる光合成作用を防ぐため、低温(0～10℃)、暗所に保存する。
- (2) 銅、亜鉛の検定では、懸濁物質への吸着を抑えるため、試料採取後、直ちにろ過したろ液を用いる。
- (3) ノルマルヘキサン抽出物質の試料採取時には、試料容器を試料で共洗いしない。
- (4) 貯水槽からある深度の試料を採水するときに、ハイロート採水器が用いられることがある。
- (5) 大腸菌群の検定用試料は、0～5℃の暗所に保存し、9時間以内に培養試験を開始する。

問21 ICP 発光分光分析法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 誘導コイルに高周波電流を流して生ずる電磁誘導によって、プラズマを生成する。
- (2) 一般に、発光分光分析では、励起源の温度が高いほど発光強度が大きくなる。
- (3) プラズマガスやキャリアガスとして、通常はアルゴンが用いられる。
- (4) 金属類は定量できるが、ほう素、りんなどの半金属元素の定量はできない。
- (5) 多元素同時又は多元素高速逐次定量が可能である。

問22 検定項目に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 浮遊物質とは、目開き2mmのふるいを通過した試料の適量を、孔径10µmのガラス繊維ろ紙でろ過したときに捕捉される物質である。
- (2) フェノール類とは、試料を蒸留した後、4-アミノアンチピリンと反応して発色する物質をいう。
- (3) ノルマルヘキサン抽出物質とは、試料をpH4以下の弱酸性とし、ヘキサンに抽出した後、約80℃でヘキサンを揮発させたときに残留する物質である。
- (4) BODとは、水中の好気性の微生物によって消費される溶存酸素量である。
- (5) 大腸菌群とは、グラム染色法に対して陰性であり、芽胞を形成しない桿菌で、ラクトースを分解して酸と気体を発生する好気菌又は通性嫌気菌をいう。

問23 ある排水のBODを測定するため、排水を4段階に希釈して試験したところ、溶存酸素濃度は以下の値となった。この排水のBOD(mg/L)はいくらか。ただし、植種は行わないこととする。

(試料希釈率)	(希釈試料を調製して15分後の濃度, mg/L)	(5日間培養後の濃度, mg/L)
10倍希釈	8.0	0.5
20倍希釈	8.4	4.4
50倍希釈	8.6	7.3
100倍希釈	8.7	8.2

(1) 50      (2) 65      (3) 70      (4) 75      (5) 80

問24 金属の検定方法に関する記述中、(ア)及び(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。

銅，亜鉛，溶解性鉄，溶解性マンガン，クロムのうち，ICP質量分析法が規定されていないものは  (ア) であり，吸光度法が規定されているものは  (イ) である。

- | (ア)         | (イ) |
|-------------|-----|
| (1) 溶解性鉄    | クロム |
| (2) 亜鉛      | 銅   |
| (3) 溶解性鉄    | 亜鉛  |
| (4) 溶解性マンガン | クロム |
| (5) 溶解性マンガン | 銅   |

問25 TOC計に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) TOC計は，水中に含まれている有機体炭素を定量するものである。
- (2) 有機物中の炭素を二酸化炭素にする方法として，燃焼酸化法又は湿式酸化法が用いられる。
- (3) 二酸化炭素の測定は，紫外線吸収法により行われる。
- (4) 1チャンネル方式では，揮発性有機化合物の一部は，無機体炭素除去過程で揮散するため TOC として測定されない。
- (5) 2チャンネル方式(全炭素から無機体炭素を減じて TOC を算出)では，TOC が低い試料は，誤差が大きくなる場合がある。