8 汚水処理特論

（平成 26 年度）

水質第１種～第４種

試験時間　１２：４５～１４：００(途中退出不可)

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　1400102479

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	4	0	0	1	0	2	4	7	9
■	(1)	(1)	(1)	■	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
(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)
(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〕　〔■〕　〔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。

問１　汚水の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)　粒子に働く重力と抵抗力が等しく，一定速度で沈降している場合の速度を終末沈降速度という。

(2)　レイノルズ数の値が１以下の粒子の沈降速度はニュートンの式に従う。

(3)　装置の表面積負荷は，流入汚水量を沈殿池の表面積で除したものである。

(4)　上昇流式沈殿池における固形物の分離効率は，固形物の沈降速度分布と沈殿池の表面積負荷によって決まる。

(5)　横流式沈殿池では，沈降速度が表面積負荷よりも小さい粒子でも部分的に除去される。

問２　次に示す式名又は法則名と関連する語句の組合せとして，誤っているものはどれか。

	（式名又は法則名）	（関連する語句）
(1)	フロイントリッヒの式	浸透圧
(2)	ヘンリーの法則	水に対する空気の溶解
(3)	コゼニー-カルマンの式	粒子層のろ過抵抗
(4)	アレンの式	固体粒子の沈降
(5)	ルースのろ過方程式	脱水ろ過

問３　水量 600 m^3/日の排水を，表面積負荷 40 m^3/m^2/日で沈殿処理する。沈殿池の水深を３m とした場合の沈殿池容積(m^3)と，水理学的滞留時間(h)は，いくらか。

	（沈殿池容積）	（水理学的滞留時間）
(1)	30	0.9
(2)	30	1.8
(3)	45	1.8
(4)	45	2.7
(5)	90	3.6

問４　清澄ろ過に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　圧力式砂ろ過機として，鋼板などの材料を用いた円筒形のものが使われている。

(2)　ろ材に用いる砂は，均等係数が小さいものほどよい。

(3)　多層ろ過に用いるろ材としては，アンスラサイトと砂の２層の組合せがよく用いられる。

(4)　マイクロフロック法は，凝集剤を添加することなく，原水を直接ろ過池に通して処理するものである。

(5)　清澄ろ過は，活性炭吸着法，イオン交換法，逆浸透法などの高度処理の前処理としても用いられる。

問５　酸化還元に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　ある化学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)　標準酸化還元電位の高い系は，より低い系を酸化することができる。

(3)　酸化還元電位は水温に依存する。

(4)　酸化剤とは電子を供与することのできる物質である。

(5)　ORP とは酸化還元電位のことである。

問６　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)　水中の有機物，シアンなどの分解に用いられる。

(2)　水中では，pH ≧ 9.5 の条件で，HClO はほとんど存在しない。

(3)　HClO 及び ClO^- は遊離塩素に含まれる。

(4)　塩素の酸化力は，HClO よりも ClO^- のほうが強い。

(5)　アンモニアと結合してクロロアミンを生じる。

問７　活性炭吸着に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　活性炭には，親水性が強い物質ほど吸着されやすい。

(2)　活性炭の吸着速度は，活性炭近傍の液境膜における物質移動速度及び活性炭内の拡散速度によって支配される。

(3)　粉末活性炭を用いると，粒状活性炭と比較して単位容積当たりの外部表面積が大きくなり，吸着速度も大きくなる。

(4)　固定層吸着方式においては，粒状活性炭が用いられる。

(5)　活性炭を充填（じゅうてん）する鋼板製の圧力容器は，腐食を防ぐため，エポキシ系の塗料などを用いてコーティングするか，ゴムライニングを施す。

問８　汚泥の脱水に関する記述のうち，誤っているものはどれか。

(1)　一般に，フィルタープレスは間欠運転であり，１サイクルの時間を決める必要がある。

(2)　ベルトプレスでは，重力による予備濃縮によって汚泥の流動性を無くしてからロールにより圧搾する。

(3)　スクリュープレスでは，多数の細孔を有するステンレス鋼製の円筒からなるケージに汚泥を送り込み，ケーキは細孔から排出される。

(4)　遠心脱水機の回転体の中には，脱水したケーキを機外に排出するためのスクリューが内蔵されている。

(5)　多重円盤形脱水機では，上段と下段に配置された円盤の間隔をケーキ出口に向かって狭くし，回転速度を出口サイドで遅くする。

問９　膜分離に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　RO 膜で処理する場合は，前処理として MF 膜や UF 膜で浮遊物質を取り除いておくほうがよい。

(2)　NF 膜は RO 膜より操作圧力が高く，運転動力がより必要である。

(3)　膜分離活性汚泥法では MF 膜や UF 膜が用いられる。

(4)　膜分離活性汚泥法における膜の洗浄には，次亜塩素酸ナトリウムなどが用いられる。

(5)　膜分離活性汚泥法では最終沈殿池を必要としない。

問10　有機物 $C_3H_6O_2$ の酸化において，次式の(ア)～(ウ)の［　　］に入る数値の組合せとして，正しいものはどれか。

$$C_3H_6O_2 + \boxed{\text{(ア)}}\ O_2 \longrightarrow \boxed{\text{(イ)}}\ CO_2 + \boxed{\text{(ウ)}}\ H_2O$$

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	7	3	3
(2)	7	2	6
(3)	$\frac{7}{2}$	2	3
(4)	$\frac{7}{2}$	3	3
(5)	$\frac{7}{2}$	3	6

問11　流入 BOD 濃度 800 mg/L，流入水量 50 m^3/d に対する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。ただし，V を曝気槽容積(m^3)，S を MLSS 濃度(kg/m^3)とする。

(1)　V = 100，S = 2.0 のときの HRT は，2.0 d である。

(2)　V = 100，S = 2.0 のときの BOD 容積負荷は，0.40 kgBOD·m^{-3}·d^{-1} である。

(3)　V = 100，S = 2.0 のときの BOD 汚泥負荷は，0.20 kgBOD·$kgMLSS^{-1}$·d^{-1} である。

(4)　V = 80，S = 2.5 のときの BOD 汚泥負荷は，0.25 kgBOD·$kgMLSS^{-1}$·d^{-1} である。

(5)　V = 80，S = 2.5 のときの BOD 容積負荷は，0.50 kgBOD·m^{-3}·d^{-1} である。

問12　流入水量 600 m^3/日，BOD 濃度 200 mg/L の排水を，容量 200 m^3 の曝気槽で，活性汚泥処理している。BOD 汚泥負荷 0.3 kgBOD·$kgMLSS^{-1}$·d^{-1} で運転するとき，この装置の BOD 容積負荷(kgBOD·m^{-3}·d^{-1})と，曝気槽汚泥量(kgMLSS)との組合せとして，正しいものはどれか。

	(BOD 容積負荷)	(曝気槽汚泥量)
(1)	0.3	400
(2)	0.4	400
(3)	0.4	600
(4)	0.6	400
(5)	0.6	600

問13　好気性生物膜法に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　生物膜法は微生物を支持体である固体表面に膜状に固定して処理を行う。このため，生物膜の内部では酸素濃度が低下する。

(2)　回転接触体法は，水平な軸に発泡スチロールの円板やプラスチックの波板を固定して，円板や波板を液中に完全に浸漬して回転させ，支持体に発生した生物膜により処理を行う。

(3)　接触曝気法は，曝気槽内に支持体を完全に浸漬させ，曝気により酸化分解する方式である。

(4)　好気ろ床法は，支持体を充塡したろ床の上部から排水を，ろ床下部から空気を吹き込み，ろ材表面に増殖した微生物により酸化分解を行う方式である。

(5)　担体添加法は，曝気槽に浮遊担体を添加し，担体を曝気により流動させながら酸化分解する方式である。

問14　嫌気処理において，酢酸(CH_3COOH)が全量バイオガス(CH_4 と CO_2 の混合気体)になったとした場合，酢酸 120 g から生成する 20 ℃ でのバイオガス量(L)はいくらか。ただし 20 ℃ の気体のモル体積は 24 L とする。

(1)　12　　(2)　24　　(3)　48　　(4)　72　　(5)　96

問15　生物的硝化脱窒素法の脱窒素工程は，一般に式①と式②の反応式で示される。水素供与体としてメタノールを用いた場合の部分反応は，式③で表される。これらの式から，NO_3^- の 1 mol を脱窒素するために必要なメタノールの理論量(mol)として正しい値はどれか。

$$NO_2^- + 3H(\text{水素供与体}) \longrightarrow \frac{1}{2}N_2\uparrow + H_2O + OH^- \quad \cdots\cdots \ ①$$

$$NO_3^- + 5H(\text{水素供与体}) \longrightarrow \frac{1}{2}N_2\uparrow + 2H_2O + OH^- \quad \cdots\cdots \ ②$$

$$\frac{1}{6}CH_3OH + \frac{1}{6}H_2O = \frac{1}{6}CO_2 + H^+ + e^- \quad \cdots\cdots \ ③$$

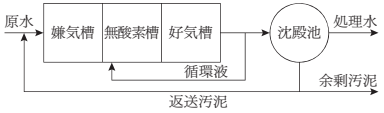
(1)　$\frac{1}{6}$　　(2)　$\frac{1}{3}$　　(3)　$\frac{1}{2}$　　(4)　$\frac{2}{3}$　　(5)　$\frac{5}{6}$

問16　りんの除去に関する記述中，下線を付した箇所のうち，誤っているものはどれか。

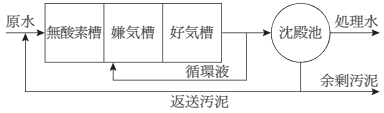
通常の生物処理において，りんは菌体合成に必要な(1)栄養塩である。一般に，細胞中のりんの含有率は乾燥菌体質量の(2)1～2％程度であり，通常の生物処理で除去可能なりん量は，除去(3)BOD の 1/100 程度である。したがって，富栄養化対策としてのりん除去は，(4)生物処理水を対象に(5)有機凝集剤を用いた処理が行われている。

問17　窒素及びりんの同時除去で用いられる活性汚泥法のフローとして，正しいものはどれか。

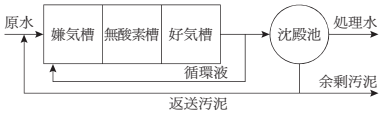
(1)



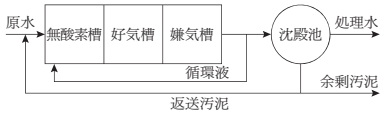
(2)



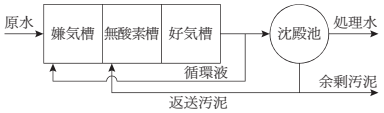
(3)



(4)



(5)



問18　活性汚泥処理装置の維持管理に関する記述のうち，誤っているものはどれか。

(1)　排水に窒素，りんなどの栄養塩が含まれていないときは，BOD∶N∶P＝100∶5∶1 を目安に栄養塩を添加する。

(2)　排水の流入が停止すると，曝気槽内で活性汚泥が消費する酸素量は 0（ゼロ）になる。

(3)　溶存酸素濃度が急に高くなったときは，生物活性が低下したと考えられる。

(4)　除去 BOD 量と必要酸素量には正の相関がある。

(5)　SVI が高くなる原因の一つとして糸状性微生物の異常増殖がある。

問19　NH_4-N 200 mg/L の排水を処理している硝化槽がある。この処理運転に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　硝化槽で pH が低下するのでアルカリを添加する設備を設け処理運転した。

(2)　溶存酸素濃度を 2 ～ 3 mg/L 程度で運転した。

(3)　亜硝酸生成により処理水 COD_{Mn} が上昇したので，活性炭吸着設備を設けた。

(4)　硝化槽の水温が 10 °C 以下になったので加温した。

(5)　SRT を長くし，硝化菌を処理系内に維持するように運転した。

問20　採取した試料をすぐには測定できない場合の，測定項目と保存条件の組合せとして，誤っているものはどれか。

	（測定項目）	（保存条件）
(1)	ヘキサン抽出物質	NaOH で pH 10 以上
(2)	COD	0 ～ 10 °C の暗所
(3)	pH	保存できない
(4)	大腸菌群	0 ～ 5 °C の暗所（9 時間以内）
(5)	浮遊物質	0 ～ 10 °C の暗所

問21　ICP 発光分光分析法に関する記述中，下線を付した箇所のうち，誤っているものはどれか。

ICP 発光分光分析法は，誘導コイルに(1)高周波電流を流し電磁誘導によって生成する(2)高温の(3)誘導結合プラズマの中に試料を噴霧し，(4)励起された原子の(5)吸光度を測定して，試料中の分析対象元素の濃度を測定する方法である。

問22　浮遊物質(SS)に関する記述中，(ア)～(ウ)の［　　］の中に挿入すべき数値の組合せとして，正しいものはどれか。

浮遊物質は，網目［(ア)］mm のふるいを通過した試料の適量を，孔径［(イ)］μm のガラス繊維ろ紙でろ過したときに，ろ紙上に捕捉される物質で，その物質を水洗後，［(ウ)］°C で 2 時間加熱乾燥し，デシケーター中で放冷した後の質量を測定し，試料 1 L 中の質量を mg で表す。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	1	5	95 ～ 100
(2)	2	0.45	105 ～ 110
(3)	2	1	105 ～ 110
(4)	2	5	95 ～ 100
(5)	5	0.45	105 ～ 110

問23　検定項目とその検定に用いられる方法の組合せとして，誤っているものはどれか。

	（検定項目）	（検定に用いられる方法）
(1)	ノルマルヘキサン抽出物質	ミラー変法
(2)	溶解性鉄	電気加熱原子吸光法
(3)	全りん	モリブデン青吸光光度法
(4)	全窒素	紫外吸光光度法
(5)	フェノール類	4-アミノアンチピリン吸光光度法

問24　pH 計に関する記述として，誤っているものはどれか。

(1)　pH の測定にはガラス電極法以外の方法もある。

(2)　ガラス電極の汚れは，誤差を招くことになるため，電極部に自動洗浄装置を付加したものもある。

(3)　使用後のガラス電極は，常に空気中で保存する。

(4)　pH 計の校正は，各種の pH 標準液を用いて行う。

(5)　参照電極の内部液が液絡部を通じて試料液内に流出することがある。

問25　電気伝導率計に関する記述中，下線を付した箇所のうち，誤っているものはどれか。

電気伝導率の測定は，一対の電極に挟まれた試料溶液の電気伝導度(1)を測定し，電極面積(2)や電極間距離(3)，電極の表面状態(4)から定められるセル定数から電気伝導率に換算する。また，両電極間に一定の電圧をかけて行われるが，分極を防止するためには直流(5)を用いることが有効である。