

## 【問題 7】(コンクリート工学)

以下の(1)～(7)の7つの文章はコンクリートの基本的性質について記述したものであるが、各文章の中には誤った記述がある。誤った箇所を下線を引いて修正することで、文章全体が正しくなるようにせよ。なお、誤った箇所は1箇所とは限らない。

- (1) ポルトランドセメントにはいくつかの種類があり、普通ポルトランドセメントのほかに、水和反応に伴う発熱量を低減させることのできるセメントとして中庸熱ポルトランドセメントや早強ポルトランドセメントがある。セメントの水和発熱量を低減させるためには、セメント鉱物のうち、ケイ酸三石灰( $C_3S$ )を減量し、ケイ酸二石灰( $C_2S$ )を増量させるとよい。水和発熱量を低減させることにより、マスコンクリートにおいて発生しやすい乾燥収縮ひび割れを防止・抑制することができる。
- (2) コンクリート用骨材の中で直径5mm以上のものを粗骨材、5mm未満のものを細骨材と言う。骨材の種類としては、天然骨材、人工骨材、再生骨材などがあるが、再生骨材とは解体したコンクリートから取り出された骨材のことであり、環境保全のための「3R」の中では Reuse (再使用)に分類される。天然骨材の一つである海砂は海底から採取するものであり、環境保全を考慮すると環境にやさしい材料であり、今後使用量は増加することが予想されている。
- (3) 一般的なコンクリートではその体積の約40%を骨材が占めており、残りはセメント硬化体および数%の粗大空隙から構成されている。セメント硬化体を構成している主な固相はケイ酸カルシウム水和物(C-S-H)と炭酸カルシウム( $CaCO_3$ )であり、コンクリート内部は弱酸性となっている。
- (4) 練り混ぜ後のまだ固まらないコンクリートを流動化コンクリートといい、施工現場におけるコンクリートの作業性の良否をトータルで表わす性質としてワーカビリティがある。一方、まだ固まらないコンクリートの変形や流動に対する抵抗性を表わす性質がコンシステンシーであり、スランプ値で定量的に示すことができる。スランプ値が大きいほど、コンシステンシーは大きいと判断される。
- (5) コンクリートの配合設計では、まだ固まらないコンクリートの性質と硬化コンクリートの性質が所定の性質を満足するように配合を定める必要がある。単位水量と単位セメント量の体積比で定義される“水セメント比”は、硬化コンクリートの圧縮強度と線形(一次的)の関係があり、水セメント比が大きくなると圧縮強度は小さくなる。一方、単位水量とコンシステンシーは一意的な関係にあり、この性質を「コンシステンシー一定の法則」ともいう。
- (6) 構造部材としての鉄筋コンクリートは、コンクリート中に鉄筋を埋設することで、コンクリートの弱点である低引張強度を補う構造である。鉄筋コンクリートが成立する背景として、コンクリートと鉄筋の温度変化に対する弾性係数が等しいこと、コンクリート中の鉄筋は破断しにくいこと、コンクリートと鉄筋の付着強度が大きいことがある。
- (7) コンクリート構造物の塩害とは、コンクリート中の塩化物イオンによって鋼材が腐食し、コンクリートにひび割れ、はく離、はく落などの損傷を生じさせる現象である。塩化物イオンがいつコンクリート中に入るかで、内在塩化物イオンと外来塩化物イオンに区別されるが、海砂に付着していた塩化物イオンは外来塩化物イオン、セメントに含有されていた塩化物イオンは内在塩化物イオンに分類される。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 8】(計画学)

(1) 次の説明文の \_\_\_\_\_ 部分に下記の語句欄の用語より最も適切な用語を入れよ。

- (a) 調査域境界を出入りする交通流を実測し、域外交通を把握する調査を \_\_\_\_\_ という。
- (b) 抽出世帯を対象にインターネットを通じて前日 24 時間の移動を回答してもらった主調査を \_\_\_\_\_ という。
- (c) 鉄道や河川に沿った仮想線上で方向別交通量を計測し、抽出調査の精度を検証する調査を \_\_\_\_\_ という。

語句欄:

ブリッジ調査, コードンライン調査, スクリーンライン調査, オンラインアンケート調査, ロードサイド調査, 駅頭調査, ウェルビーイング調査, アウトバーン調査

(2) 次の内容は正しいか間違いか(正・誤)を述べよ。

- ① 「30 番目時間交通量」は年間 8,760 時間を大きい順に並べた 30 位の 1 時間交通量であり、道路設計に用いられる。
- ② 重力モデルでは他条件が同じならばゾーン間時間距離が長いほど分布交通量は減少する。
- ③ パーソントリップ調査において、「端末交通手段」とは、複数の交通手段を利用したトリップの中で、最も支配的な手段(例:鉄道、バスなど)を 1 つに決める概念である。
- ④ フラッタ(Furness)法は、将来の発生量と集中量の両成長率を同時に満足するように OD 行列を調整する手法である。

(3) Transit Oriented Development (TOD) と Transportation Demand Management (TDM) の目的の違いを 80 字以内で説明せよ。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題9】（計画学）

以下の問いに答えよ。解答の量は、解答用紙のスペースを参考にして適切と考える記述をせよ。

(1) コンパクトシティ政策について（15点）

- (a) 我が国におけるコンパクトシティ政策について、制度の概要、導入の動機、根拠法令等について説明せよ。また政策を推進する立地適正化計画の制度を、都市計画法における区域区分制度との違いを念頭に、説明せよ。
- (b) 我が国におけるコンパクトシティ政策を推進する必要性と利点を人口減少、高齢化、財政悪化の観点から説明せよ。

(2) 都市計画制度について（15点）

- (a) 区域区分制度を説明せよ。また都市人口・都市域の拡大期における制度の役割と効果、都市人口減少下における制度運用の問題点を述べよ。
- (b) 土地区画整理事業について、制度の内容を説明せよ。また都市人口・都市域の拡大期における制度の役割と効果、都市人口減少下における制度運用の問題点を述べよ。

(3) 事業評価について（20点）

- (a) 環境影響評価について、2011年に改正され導入された「計画段階配慮手続」の概要及び、その手続きによる、事業の円滑な進行への効果を説明せよ。
- (b) 環境の価値（便益）を測定するにあたり、顕示選好法と表明選好法がある。トラベルコスト法、CVM法それぞれの概要（便益算出方法、仮定、限界（問題点））を説明し、顕示選好、表明選好の意味を説明したうえで、どちらに属するか理由も含め答えよ
- (c) 費用便益分析における割引率について説明せよ。特にインフラ投資のような長期に及ぶ事業では事業の効率性を評価するに当たり割引率が非常に大きな要因となるがその理由を述べよ。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 10】（環境システム工学）

- (1) 環境容量（Carrying Capacity）の概念に最も近い理論的枠組みはどれか。
1. サーキュラーエコノミー
  2. エントロピー増大則
  3. キャパシティビルディング
  4. レジリエンス理論
  5. プラネタリー・バウンダリー
- (2) 環境政策における経済的手法の活用として不適切なものはどれか。
1. 廃棄物最終処分量に比例した課金制度
  2. グリーン製品への補助金支給
  3. 排出基準値の設定と基準超過時の罰則
  4. 炭素税によるインセンティブ設計
  5. デポジット・リファンド制度の導入
- (3) POPs 条約（ストックホルム条約）の対象となる化学物質の共通特性として適切でないものはどれか。
1. 長距離移動性を有し地球規模で拡散する
  2. 分解速度が遅く環境中に長期間残留する
  3. 脂溶性が高く生体組織に蓄積しやすい
  4. 体内で代謝されやすく健康影響が大きい
  5. 食物連鎖を通じて高次捕食者ほど濃度が高くなる傾向がある
- (4) マルサスの罠を最も適切に説明しているものはどれか。
1. 人口が増加することで、住宅不足やインフラの老朽化が進み、都市生活の質が著しく低下する
  2. 人口の急増により、教育や医療への投資が追いつかず、社会的サービスの格差が拡大する
  3. 人口が指数関数的に増加する一方、食料供給は線形にしか増えず、飢餓や貧困が構造的に発生する
  4. 出生率の高止まりにより、労働市場が過剰供給となり、失業率が慢性的に高止まりする
  5. 人口集中によって自然環境への圧力が増し、生態系の崩壊や生物多様性の喪失が加速する
- (5) 環境システムにおいて、部分的に正当な行動でも全体で望ましくない結果を生むということを何と  
いうか。
1. 環境トリレンマ
  2. パラドックス・オブ・スリフト
  3. リバウンド効果
  4. 合成の誤謬
  5. 環境クズネッツ理論
- (6) SDGs（持続可能な開発目標）の基本的な考え方として正しくないものはどれか。
1. 環境・経済・社会の3側面を統合的に達成することを目指している
  2. 各目標には具体的な数値目標や指標が設定され、定期的な報告が求められている
  3. 目標未達成の場合には罰則が適用されるなど、法的拘束力を持つ
  4. SDGs は国連持続可能な開発サミットにおいて定められた
  5. 2030年までに達成を目指す国際的な行動指針である

- (7) 排出量取引制度における「キャップ・アンド・トレード」の特徴として適切でないものはどれか。
1. 排出量取引制度は環境税と同様、カーボンプライシングの手法の一つに分類される
  2. 総排出量の上限（キャップ）を設定することで、環境目標の達成を制度的に担保する
  3. 初期段階で、排出権が各事業者に一律配分される
  4. 排出権の市場価格が変動することで、排出削減のインセンティブが生まれる
  5. 削減コストの高い事業者は、排出権の購入によって経済的に対応できる
- (8) 拡大生産者責任（EPR）が循環型社会の形成に寄与する理由として最も適切なものはどれか。
1. 生産者がリサイクル率の向上を政府に委託できるため
  2. 生産者が製造段階におけるエネルギー消費を直接的に削減できるため
  3. 生産者の廃棄物管理責任の一部を自治体に移転できるため
  4. 生産者に製品の設計から廃棄までを一貫して考慮させる動機付けとなるため
  5. 生産者の廃棄行動に関する責任を拡大して課すことができるため
- (9) ポーター仮説の考え方として最も適切なものはどれか。
1. 適切に設計された環境規制は、企業に革新を促し、競争力や生産性の向上につながる可能性がある
  2. 経済成長の進展に伴い環境対策が強化され、結果的に汚染は減少に転じる傾向がある
  3. 経済活動は物質のスループットに依存し、成長には生態系の物理的制約を考慮すべきである
  4. 環境負荷を低減するため、動脈経済と静脈経済の連携を高めることが重要である
  5. 環境対策費用を最小化するためには、各主体の限界削減費用が等しくなるような排出削減基準を設計することが望ましい
- (10) 外部不経済の内部化を目的とした政策手法として最も適切なものはどれか。
1. 環境への悪影響を最小限に抑えるため、汚染物質の排出を禁止する
  2. 製品価格の自由化によって市場競争を促し、環境技術の革新を待つ
  3. 公害に対する損害賠償請求を、被害者が個別に行う制度を強化する
  4. 汚染排出に対して課税を行い、環境コストを市場価格に反映させる
  5. 環境保全団体への補助金を増やし、市民活動を促進する

次の語句について簡潔に説明せよ。

- (11) ライフサイクルアセスメント（LCA）
- (12) 仮想評価法（CVM）
- (13) コモンズの悲劇（Tragedy of Commons）
- (14) カーボンニュートラル（Carbon Neutrality）
- (15) 予防原則（Precautionary Principle）

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 11】(環境システム工学)

(1) 微生物反応速度論に関する以下の設問 [1]～[4] に答えなさい。

[1] 細菌の増殖速度 ( $dX/dt$ ) は、速度係数としての比増殖速度 ( $\mu$ ) を用いた反応式で表される。比増殖速度 ( $\mu$ ) としてモノー式 (ミカエリス-メンテン型直角双曲式) を用い、回分反応槽内の細菌の増殖速度 ( $dX/dt$ ) 式を解答欄に書きなさい。

$X$ :	細菌濃度	[mg/l]	$t$ :	時間	[hour]
$\mu$ :	比増殖速度	[1/hour]	$S$ :	基質濃度	[mg/l]
$K_s$ :	飽和定数	[mg/l]	$\mu_{\max}$ :	最大比増殖速度	[1/hour]

[2] 回分反応槽内の基質濃度 ( $S$ ) は飽和定数 ( $K_s$ ) よりも十分に大きいと仮定して良い。この時、細菌の増殖速度 ( $dX/dt$ ) 式を解答欄に書きなさい。

[3] 前問[2]で答えた増殖速度式の反応次数を解答欄に書きなさい。

[4] 回分反応槽内の初期細菌濃度は  $X_0$  である。 $\mu_{\max}$  が 1.386 [1/hour]、 $K_s$  が 1.0 [mg/l] の時、この細菌の倍增時間 ( $t_d$ ) を計算せよ。 $\log_{10} 2 = 0.301$ 、 $\ln 2 = 0.693$ 、 $e^2 = 7.389$  である。なお、問題 [2]の通り、基質濃度 ( $S$ ) は飽和定数 ( $K_s$ ) よりも十分に大きいと仮定する。

$X_0$ :	初期細菌濃度	[mg/l]	$t_d$ :	倍增時間	[hour]
---------	--------	--------	---------	------	--------

(2) 化学反応と化学平衡に関する以下の設問 [5]～[9] に答えなさい。

[5] 標準状態での反応のギブス自由エネルギー変化  $\Delta G_r^0$  の意味を説明せよ。

[6] ハーバー=ボッシュ法とは化学反応式  $0.5 N_2 + 1.5 H_2 \rightleftharpoons NH_3$  によってアンモニアを合成する方法であり、これは典型的な可逆ガス反応である。アンモニアの標準生成ギブス自由エネルギーは  $-4000$  [cal $\cdot$ mol $^{-1}$ ] である。 $\Delta G_r^0$  を計算し、標準状態 (温度  $T = 298$  [K]) において、自発的に起こるのは正反応・逆反応のどちらか、判断せよ。

[7] この正反応を進めてアンモニアを合成する際、反応器内の全圧  $P$  を低くすべきか、高くすべきか、 $P$  には影響を受けないか、判断せよ。理由も述べよ。

[8] 温度  $T = 298$  [K]、気体定数  $R = 2.0$  [cal $\cdot$ K $^{-1}$  $\cdot$ mol $^{-1}$ ] とする。このアンモニアガス生成反応の圧平衡定数  $K_p$  の値を計算せよ。次に、 $K_p$  の実測値は約 800 であることを参考に、298 [K] では、アンモニアはどの程度合成され得るか、説明せよ。

[9] ハーバー=ボッシュ法の重要性を説明せよ。

(3) 環境工学に関して、下記の [ 10 ]～[ 18 ] に入る語句を解答欄に書きなさい。[ 16 ]～[ 18 ] に入る語句については英語で答えよ。

・フーリエの第一法則とは、熱移動の3つの形式の一つである [ 10 ] において熱が伝わる速さを示す法則である。熱 [ 11 ] が空間的な熱濃度の勾配に比例することを示している。熱や物質、運動量は移流や対流が無くても輸送され、このように、それぞれの [ 11 ] が空間的な熱・物質・運動量の濃度の勾配に比例することを、移動現象論においては、[ 12 ] 現象と呼ぶ。

・活性汚泥を用いた下水処理で、微生物により有機物を除去することを [ 13 ] 処理と呼ぶ。一方、閉鎖性水域の [ 14 ] 現象をもたらす窒素やリンといった栄養塩を下水から除去することを [ 15 ] 処理と呼ぶ。

・The [ 16 ] filter is a type of filter used in water purification and is commonly used in municipal drinking water facilities as part of a multiple-stage treatment system. Mixing, [ 17 ] and [ 18 ] processes are typical treatment stages that precede filtration. Chemical additives, such as coagulants, are often used in conjunction with the filtration system.

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

問 題 冊 子  
裏 面