

受験番号 _____

氏名 _____

平成27年度 九州大学大学院 工学府

地球環境工学専攻群（建設都市系）

修士課程入学試験 問題冊子

土木基礎

注意事項

1. 「始め」の合図があるまでは、試験問題冊子、解答冊子の中身を見てはいけません。
2. 試験問題は【問題1】から【問題11】の計11問です。試験問題冊子は、20ページ目まであります。
3. 問題は、A群（問題1～問題6）およびB群（問題7～問題11）から構成されます。A群から少なくとも3問、A群およびB群あわせて計6問となるよう選択しなさい。

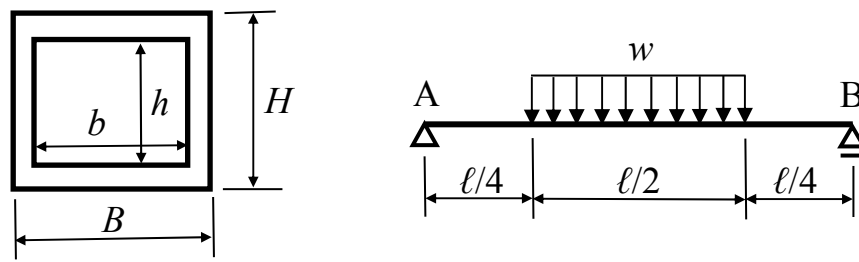
A 群		B 群	
問題 1	構造力学	問題 7	コンクリート工学
問題 2	構造力学	問題 8	計画学
問題 3	水理学	問題 9	計画学
問題 4	水理学	問題 10	環境システム工学
問題 5	地盤力学	問題 11	環境システム工学
問題 6	地盤力学		

4. 机の上に置ける物は、時計（携帯電話は不可）、シャープペンシル（鉛筆でも可）、消しゴム、受験票だけです。これら以外のものを机の上に置きたい場合は試験監督者の許可を得てください。許可無く机の上に置いた場合は、不正行為と見なし、退出を命じます。
5. 試験時間中は携帯電話は教卓で預かり、保管しますので、必ず今の段階で提出して下さい。
6. 試験問題冊子のホッチキスをはずしてはいけません。
7. 「始め」の合図があったら、ただちにページの不足および印刷の不鮮明なところが無いことを確かめてください。もしあったら取り替えますから、手を挙げて申し出てください。
8. 「解答止め」の合図があったら、ただちに解答の作成を止め、試験問題冊子および解答冊子を回収するまでそのまま待っていてください。

【問題 1】(構造力学)

(1) 図1(a)のような中空断面部材(外観の幅 B , 高さ H)を, 支間中央付近 $\ell/2$ の範囲に等分布荷重 w が作用する図1(b)の単純はりに用いた。このとき, 以下の問いに答えよ。

- 1) 断面下端に対する断面1次モーメントを示せ。
- 2) 図心軸に対する断面2次モーメントを示せ。
- 3) この単純はりのせん断力図(Q 図), 曲げモーメント図(M 図)を示せ。
- 4) はりに生じる最大引張応力の値と位置(支点 A からの距離と断面内の位置)を示せ。
- 5) この部材に使用する材料のヤング率が E で与えられるとき, 支間中央の変位を求めよ。
(注: 計算方法と使用する式が正確に示されていれば, 部分点を付与する。)



(a) 中空断面部材

(b) 単純はり

図1

(2) 図2に示すように集中荷重 P が作用するトラスについて, 以下の問いに答えよ。

- 1) 支点 C, D における反力を求めよ。
- 2) 軸力が生じる部材だけを選び(選定理由を述べた上で), 部材軸力を求めよ。

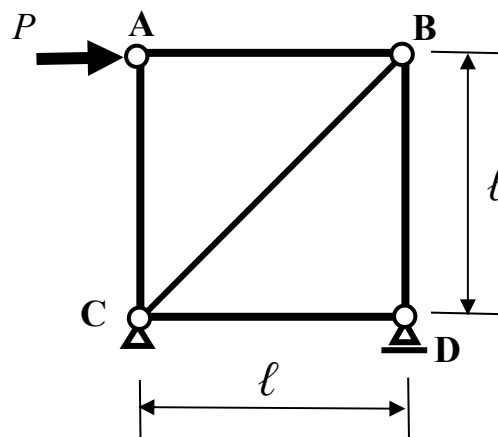


図2

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 2】

(1) 図3に示すはり構造の曲げモーメント図(M 図)およびせん断力図(Q 図)の概略図をそれぞれ示せ。



図3

(2) 図4に示すトラス構造のD 点に集中荷重 P が鉛直下向きに作用している。なお、部材 AB と部材 CD は互いに接触していない。各部材の断面積は A 、弾性係数は E とする。このとき、以下の問いに答えよ。

- 1) 部材 CD の部材力が X で与えられるとき、部材 AB, AC, AD の各部材力を求めよ。
- 2) 部材 CD の部材力が X で与えられるとき、トラス構造のひずみエネルギーを示せ。
- 3) 部材 CD の部材力 X を求め、部材 AB, AC, AD, CD の各部材力を荷重 P を用いて表せ。
- 4) D 点における鉛直変位を求めよ。

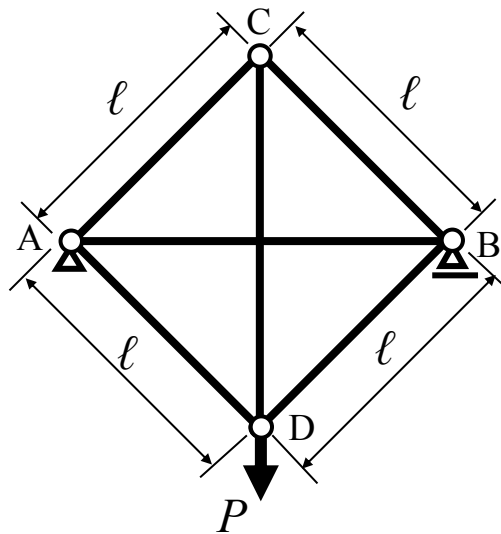
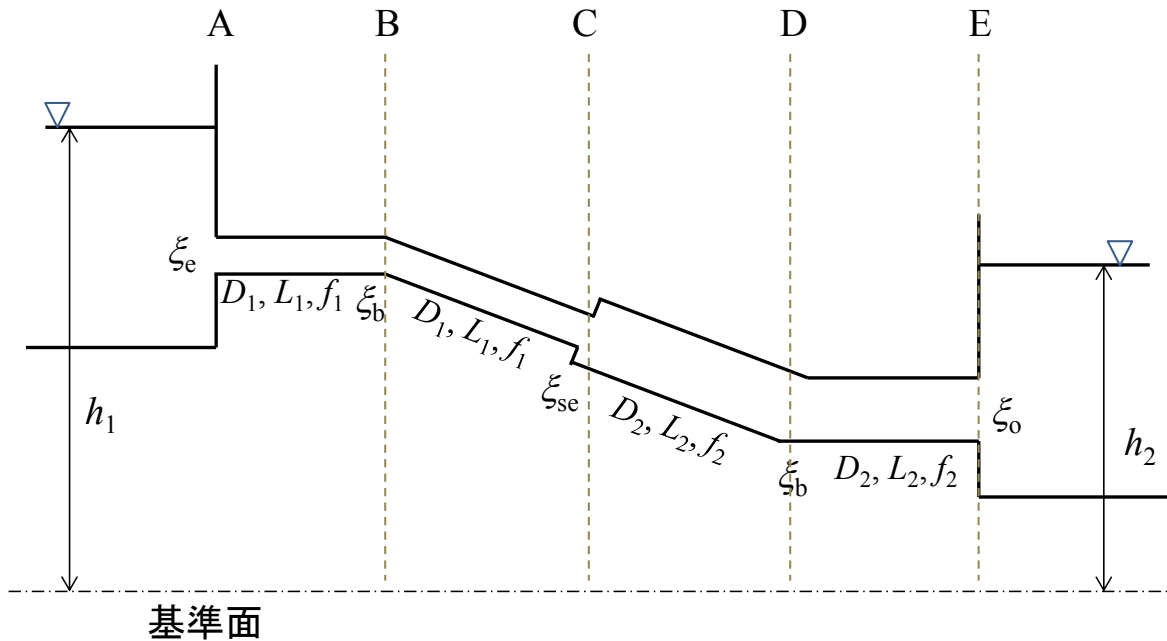


図4

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 3】(水理学)

図に示す2つの大きな貯水池(水位は一定に保たれる)を単線円管路で結んだ管路流について考える。ここで、各形状損失係数、摩擦損失係数、管路長、管径は図に示すとおりであり、管の摩擦損失係数は $f_1=0.01, f_2=0.009$, 重力加速度は $g=10\text{m}^2/\text{s}$, 流れる水の密度は $\rho=1000\text{kg}/\text{m}^3$ とする。図中の各記号の値は、 $D_1=1\text{m}, D_2=2\text{m}, h_1=20\text{m}, h_2=10\text{m}, L_1=L_2=100\text{m}, \xi_c=0.4, \xi_b=0.1, \xi_{se}=0.5, \xi_o=1.0$ とする。



このとき、下の表を数値で全て埋めよ。なお、単位は m, s, kg で示すこと。また、表中の上流側、下流側とはその地点の直上流地点と直下流地点を意味する。水頭は基準面からの高さで示すこと。

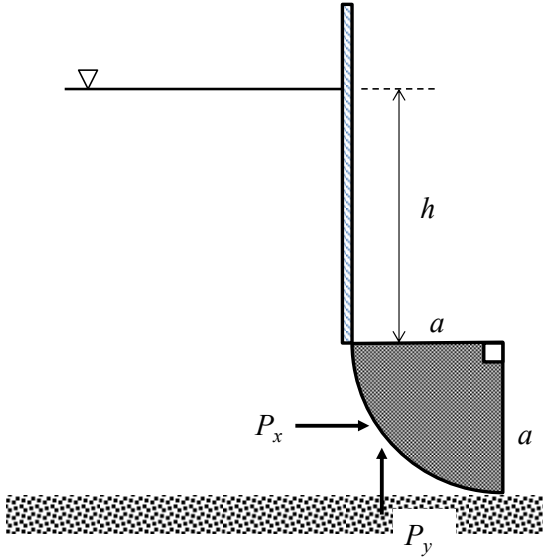
地点	上流側の全水頭 E^-	下流側の全水頭 E^+	上流側のピエゾ水頭	下流側のピエゾ水頭
A				
B				
C				
D				
E				

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

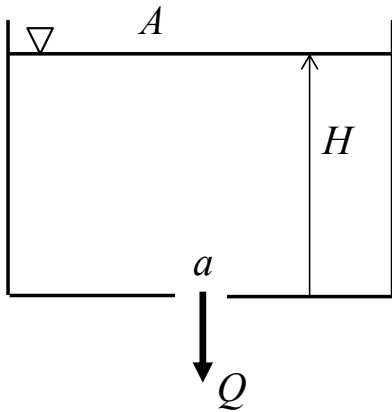
【問題 4】(水理学)

以下の問いに答えよ。

(1) 図に示すラジアルゲートにかかる単位幅あたりの全水圧の水平成分 P_x と鉛直成分 P_y を求めよ。なお、重力加速度は g 、水の密度は ρ とする。



(2) 図に示すように水表面積 A のタンク下面の小穴(断面積 a)から水が落下している。このとき、タンク下面からの水位 H の時間変化を表す関数形を求めよ。なお、初期時刻 $t=0$ における水位を H_0 、重力加速度は g 、水の密度は ρ とする。



(3) 次の言葉について、水理学における意味を簡潔に説明せよ。

- a) 粘性底層
- b) 相当粗度
- c) 限界勾配

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 5】(地盤力学)

- (1) 図 1(a)に示すような断面積 $A=50\text{cm}^2$ 、高さ $L=40\text{cm}$ の容器の中に、質量 2.8kg の砂がある。この砂の基本的物理量を知るために、砂を炉乾燥したところ、砂の質量が 2.5kg となった。土粒子密度 ρ_s と水の密度 ρ_w をそれぞれ 2.5g/cm^3 と 1.0g/cm^3 として、この砂の湿潤密度 ρ [g/cm^3]、乾燥密度 ρ_d [g/cm^3]、含水比 w [%]、間隙比 e および飽和度 S_r [%] を計算しなさい。
- (2) 図 1(b)に示す透水試験を実施するために、(1)と同じ状態の砂を装置に入れた後、飽和させた。この時の飽和密度 ρ_{sat} [g/cm^3]、水中単位体積重量 γ' [kN/m^3]、容器内の砂の全重量 W [N] および砂全体の有効重量 W' [N] を計算しなさい。ただし、飽和させたときに間隙比は、変わらないとする。また、重力加速度 g は、 $10.0[\text{m/s}^2]$ とし、重量の単位は、ニュートン [N] で表しなさい。
- (3) 図 1(b)に示すように水位差 h を 20cm に保って定水位透水試験を行ったところ、5 分間に 300cm^3 の水が流れた。この時の動水勾配 i 、透水係数 k [m/s] および水の流速 v [m/s] を計算しなさい。
- (4) 図 1(b)に示すように水位差が 20cm に保って定水位透水試験を行っている時の、砂の表面から深さ 20cm における水圧 [kN/m^2] と鉛直方向の全応力 [kN/m^2] および有効応力 [kN/m^2] を計算しなさい。さらに、静止土圧係数 K_0 を 0.5 として、水位差が 20cm に保って定水位透水試験を行っている時の、砂の表面から深さ 20cm における水平方向の全応力 [kN/m^2] と有効応力 [kN/m^2] を計算しなさい。
- (5) 次に、水位差 h を徐々に増加させて、ボーリングを発生させた。ボーリングが発生するときの条件を砂の底面の位置における力からの釣り合いをもとに考える。砂の底面の位置に上から作用するのは、容器内の砂の全重量 W である。底面の位置に下から上向きに作用する全水圧 U = 全重量 W となった時に、ボーリングが発生する。ボーリングが発生する水位差 h_c およびその時の動水勾配 (限界動水勾配 i_c と呼ばれる) を計算しなさい。
- (6) 次に、単位体積当たりの砂が受ける浸透力 j を導出する。(5)のようにボーリングが発生している状態においては、砂の有効重量 W' と砂全体に作用する浸透力 F が釣り合っていることを用いて、単位体積当たりの砂が受ける浸透力 j を、動水勾配 i と文中および図中に記されている記号だけを用いて記述しなさい。

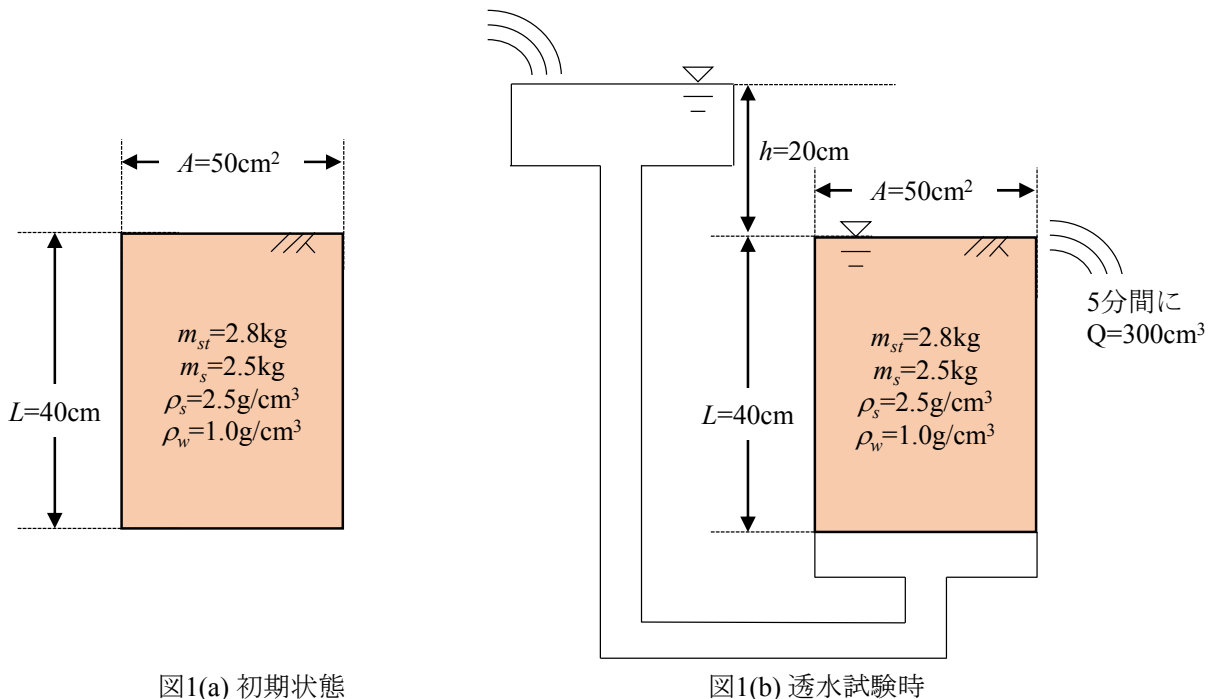


図1(a) 初期状態

図1(b) 透水試験時

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題6】(地盤力学)

(1) 図 1 に示すように粘着力 $c' = 0$ 、内部摩擦角 ϕ' の砂地盤を高さ H の鉛直擁壁が支えている。このときの静止土圧係数を $K_0 = 1 - \sin\phi'$ とする。壁面摩擦を有していないこの壁が左方に移動したとき、壁背面および前面地盤の領域のすべての土要素が塑性平衡状態に入り、結果として壁背面の地盤が主働土圧、前面の地盤が受働土圧状態に至ったとする。このとき、前面層の層厚は $z = 0.2H$ とし以下の問いに答えよ。ただし、特に断らない限り、文中・図中の記号を用いて解答欄に答えを記すこと。

- (1-a) 地下水が点 A と点 B よりさらに下にある場合 (図 1)、これらの点における土かぶり圧 σ_{vA} と σ_{vB} を求めよ。
- (1-b) 主働土圧係数を K_A 、受働土圧係数を K_P としたとき、点 A と点 B の応力状態を表すモールの応力円を τ - σ 空間に描きなさい。なお、モール円には、土かぶり圧 σ_{vA} と σ_{vB} 、破壊面の方向および極 (ポール) を明記すること。
- (1-c) 描いたモール円に基づき、 K_A と K_P を表す式を導け (過程および静止土圧係数 K_0 の関数として示すこと)。
- (1-d) この状態で点 A と点 B における水平応力の比 (σ_{hA}/σ_{hB}) を K_0 を用いて表せ。
- (1-e) 主働土圧合力 P_A と受働土圧合力 P_P が等しくなるとき K_0 の値はいくらか?

(2) 豪雨の影響で、図 2 に示すように地下水が上昇した。ここでは、壁背面および前面地盤の領域のすべての土要素が塑性平衡状態に入り、主働土圧係数 K_A と受働土圧係数 K_P の値に変動がないと仮定する。また、水の単位体積重量を γ_w とする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、特に断らない限り、文中・図中の記号を用いて解答欄に答えを記すこと。

- (2-a) 壁背面に作用する主働土圧分布と水圧分布は解答欄に示すようになる。解答欄中に (A), (B), (C), (D) および (E) の値を書きなさい。
- (2-b) 上記の土圧分布を用いて主働土圧の合力 P_A と全水圧 P_W を求めよ。
- (2-c) $K_0 = 0.4$ としたとき、壁前面の水平合力 (受働土圧合力と全水圧の和) P_{TF} を z のみの関数として求めよ。この計算では $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ 、 $\gamma_t = 15 \text{ kN/m}^3$ 、 $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ であるとする。

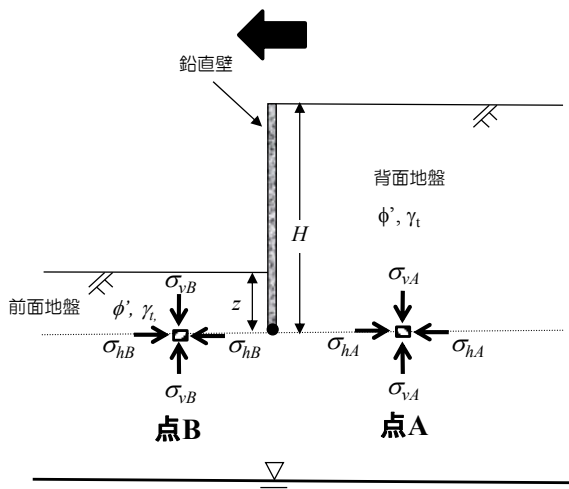


図-1

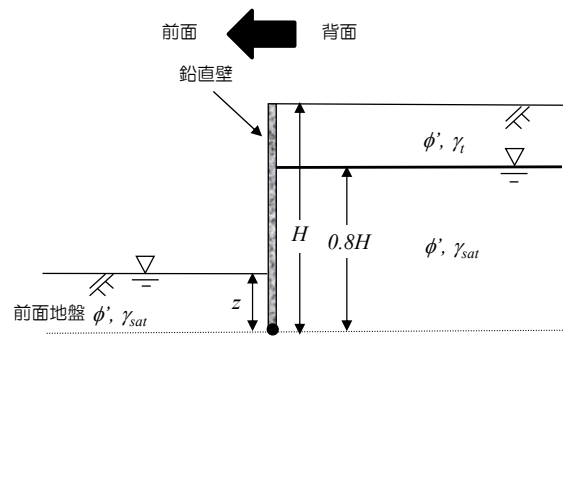


図-2

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題7】(コンクリート工学)

- (1) コンクリートの主要な材料であるセメントとして、近年、混合セメントの使用率が増えつつある。代表的な混合セメントである高炉セメントの製造方法および特徴について、以下に示すキーワードをすべて用いて150字以上200字以内で述べよ。(解答中における以下のキーワードに下線を付しておくこと。)

キーワード: 高炉、高炉スラグ微粉末、A種、B種、C種、潜在水硬性、初期強度、長期強度、水和発熱、アルカリ骨材反応

- (2) フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートに対して要求される性能を満足するように適切な材料の混合割合を決定することを配合設計と言う。以下に示すキーワードをすべて用いて、使用材料の単位量を計算する手順を示せ。なお、ここで用いる材料は、セメント、水、骨材(細骨材、粗骨材)とし、混和材料は考慮しなくてよい。(解答中における以下のキーワードに下線を付しておくこと。また、解答に字数制限はないが、解答用紙の解答欄に収めること。)

キーワード: 単位水量一定の法則、セメント水比、圧縮強度、空気量、細骨材率、セメントの密度、表乾密度、

- (3) 鉄筋コンクリートの耐久性を著しく低下させる劣化現象である塩害についてその発生原因および劣化メカニズムについて、以下に示すキーワードをすべて用いて、200字以上250字以内で説明せよ。(解答中における以下のキーワードに下線を付しておくこと。)

キーワード: アルカリ性、不動態被膜、塩化物イオン、酸素、 1.2 kg/m^3 、海洋環境、凍結防止剤、かぶり、ひび割れ、剥離・剥落

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 8】(計画学)

(1) 道路がもつ機能について述べよ。

(2) 4段階推定法は交通需要予測での4つの段階の予測の事であるが以下の問いに答えよ。

1) 配分交通量予測は4段階推定のなかの1つであるが、この予測で使われることがある Wardrop の配分原理、2つを述べよ。

2) 2つの町に A と B の2つの自動車道路がある。2つの町の交通量は 36000 台/日である。道路 A と道路 B の所用時間 T_A 、 T_B はそれぞれの道路の交通量 Q_A 、 Q_B を用いて以下の式で表される。式中 C_A 、 C_B はそれぞれ道路の交通容量である。今、 $C_A=C_B=10000$ 台/日である場合、Wardrop の配分原理の内、一つを使って、道路 A と道路 B に交通量を配分せよ。(計算中、根号などがある場合、そのまま用いてよい)

$$T_A = 0.5 + 2 \times \left(\frac{Q_A}{C_A} \right)^2, \quad T_B = 0.5 + \left(\frac{Q_B}{C_B} \right)^2$$

3) 4段階推定法の内、配分交通量予測以外の交通量予測を述べよ。

(3) ある都市の中心市街地へ自動車交通では非常な渋滞が発生している。渋滞解消のためどのような政策が考えられるか。自動車に関わるものを2つ、自動車以外の政策を2つ挙げよ。

【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) コンパクトシティについて

(a) その概念・概要を説明せよ

(b) コンパクトシティ化によるメリットを、都市経営(財政等)、市民生活、地球環境(エネルギー等)の観点から説明するとともに、コンパクトシティを推進する際に障害となると思われることを記述せよ。

(2)(a) 区画整理について、制度の内容を説明すると共に、都市環境の改善にどのように役立つかを記述せよ。

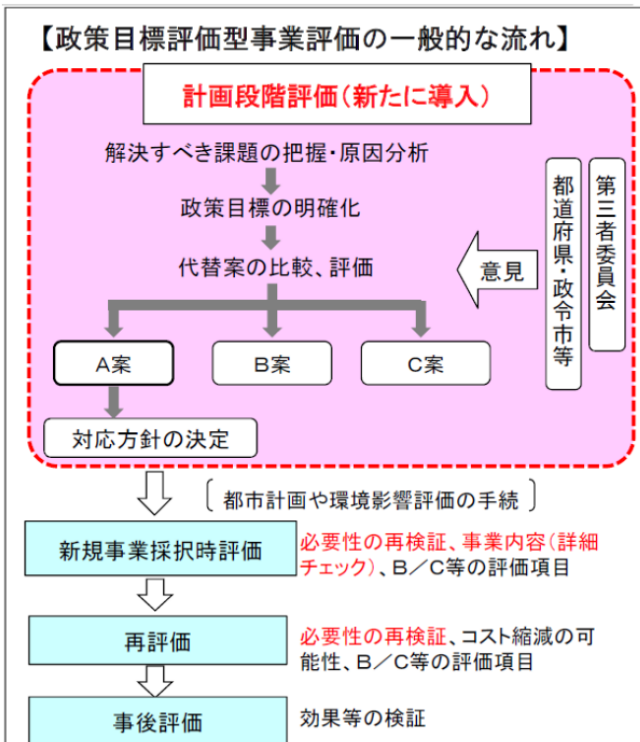
(2)(b) 比較的狭い範囲における土地利用や景観の規制に建築協定制度と地区計画制度がある。解答用紙の表を埋めよ。

(2)(c) 単体規定と集団規定について、その根拠法令名とその内容を説明せよ、また土地利用規制に密接に関係するのはどちらか述べよ。

(3) 従来公共事業の計画策定プロセスは、事業者により単一に絞り込まれた「the 代替案」に対して環境影響評価や事業評価を行うものであった。一方、近年、事業者以外の視点を「the 代替案」に反映すべきであるとの意見がある。この観点から下記に示すような「計画段階評価」で第三者も踏まえた「複数代替案」の比較・評価が導入されつつある。これについて、

(a) 「計画段階評価」で用いられる「複数代替案」と従来の「the 代替案」の違いを、計画の柔軟性を踏まえて説明せよ。

(b) 「the 代替案」をもとに実施されている現在の環境影響評価の問題点を説明したうえで、「計画段階評価」のメリットを環境への配慮の観点も含めて説明せよ。



(c) 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法の概要(便益算出方法、仮定、限界(問題点))を説明し、どちらに属するか答えよ。

【問題 10】(環境システム工学)

(1) 国連人間環境会議の 20 周年を機に開催された会議に関する問題である。

(a) 1992 年 6 月に、ブラジルのリオデジャネイロで国連人間環境会議(通称、地球サミット)が開催された。この会議で合意された、環境の基本文書である「環境と開発に関するリオデジャネイロ宣言(リオ宣言)」と行動計画である「アジェンダ 21(Agenda 21)」が採択された。それぞれの概要を簡潔に説明せよ。

(b) 地球サミットで採択された基本文書を参考に、1993 年に制定された我が国の法律名を記せ。

(2) 残留性有機汚染物質(POPs)に関する問題である。

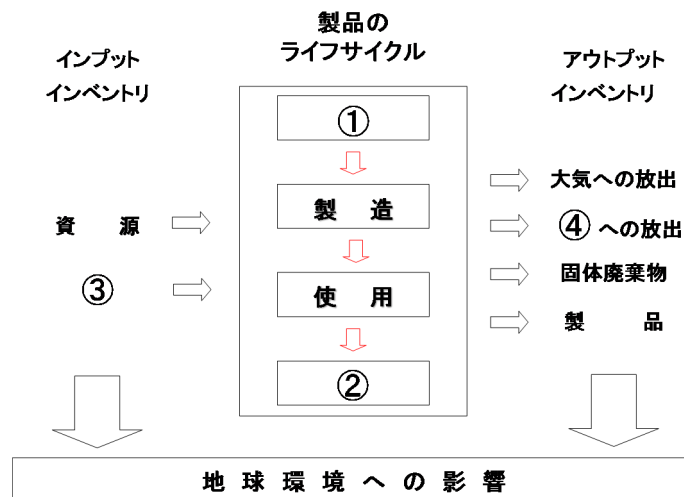
(a) 残留性有機汚染物質(POPs)を英語で記せ。

(b) POPs の概要を簡潔に説明せよ。

(3) ライフサイクルアセスメント(LCA)に関する問題である。

(a) LCA の概要を簡潔に説明せよ。

(b) 下図は LCA の基本的考え方を示したものである。①～④を適切な語句で埋めよ。



(4) 費用便益分析に関する問題である。

(a) 費用便益分析の概要を簡潔に説明せよ。

(b) 環境の貨幣的価値の計測方法について説明せよ。

【問題 11】(環境システム工学)

(1) 下記の [1]～[3] に入る語句を解答欄に書きなさい。

- ・生物の ATP 生成に関与する代謝系 (異化) は大よそ発酵・ [1] ・光リン酸化の 3 種に大別される。
- ・活性汚泥法により下水や廃水の処理を行うと、除去した有機物の 50%以上が微生物に変化し、 [2] と呼ばれる汚泥を発生させる。それは汚泥処理系で、酸素を供給しない省エネ型の [3] 法と呼ばれるバイオプロセスにより減容化・安定化される。同時に、メタンガスが生成されることから、エネルギーの回収も可能なバイオプロセスである。

(2) 下記の語句 [4], [5] について説明せよ。

[4] eutrophication [5] sand filtration

(3) 下記の [6]～[10] に入る語句・数式・数字・説明文を解答欄に書きなさい。

「酵素反応速度 v に関する最も代表的な理論式は [6] の式である。定数を K_m , 最大の酵素反応速度を V_{max} , 基質濃度を S とすると、酵素反応速度は、 $v = [7]$ のように表される。反応速度論から、基質濃度 S が K_m よりも十分に低いときは、酵素反応速度 v は [8] 次反応に従う。一方、 S が K_m よりも十分に高いときは、 v は [9] 次反応に従う。また、この定数 K_m は [10] を意味している。」

(4) 下記の [11]～[16] に入る語句・数字・説明文を解答欄に書きなさい。

「我国の水道では [11] 法によって塩素の添加が義務付けられている。これは、塩素耐性のある原虫の [12] を除けば、水系伝染病の原因となるほとんどの微生物に対して低コストで消毒の効果が確実であること、[13] ことが可能であること、大量の水が処理可能で注入制御が容易であること、などの理由による。塩素よりも強い酸化力を有する [14] や微生物の遺伝子に作用して複製能を失わせる [15] による消毒法もあるが、我国においては消毒は塩素によるとされており、給水栓において遊離塩素を [16] mg/l 以上保持するように塩素消毒することと規定されている。」

(5) 可逆ガス反応に関する以下の設問 [17]～[20] に答えなさい。

[17] 「ルシャトリエの原理」について説明せよ。

[18] プロパンを熱分解してプロピレンを生成する可逆ガス反応は $C_3H_8 \rightleftharpoons C_3H_6 + H_2$ で表される。全圧を P , 温度を T , 圧平衡定数を K_p とする。プロパン 1 mol, プロピレン及び水素ガス 0 mol でガス反応を開始し、平衡後に生成されたプロピレンのモル数を x mol とする。まず、平衡後のプロパンの分圧を求めよ。

[19] 次に、圧平衡定数 K_p を求めよ。

[20] プロピレンの生成を促すためには、全圧 P を上げるべきか、下げるべきか、それとも、全圧 P には依存しないか。理由も説明せよ。

問 題 冊 子
裏 面