

2020年 4月入学第1回

岡山大学大学院環境生命科学研究科博士前期課程
(デザイン系)

一般選抜

入学試験問題

専門科目

2科目(120分)

合図があるまで冊子を開いてはいけません

- 岡山大学環境理工学部環境デザイン工学科卒業生・卒業予定者は、①構造・材料系(構造力学)、②地盤・地下水系(地盤工学)、③水理・水文系(水理学)、④環境・衛生系(水質・上下水道学、廃棄物マネジメント、大気環境学)、⑤計画・景観系(都市地域計画学、交通計画学、景観工学)の5つの系から、異なる2つの系にまたがるように2科目を選択すること。岡山大学環境理工学部環境デザイン工学科卒業生・卒業予定者以外の受験者は、専門科目から1科目、及び小論文を選択すること。
- 解答用紙は各科目3枚です。それぞれに系番号2カ所、科目名2カ所、氏名、受験番号を記入しなさい。表面のみ使用し、必要に応じて問題毎に使い分けること。

系番号(系名称)	①(構造・材料系)
科目名	構造力学

以下、1～10の問題で、梁の曲げ剛性 EI は全断面で一定とする。

図1に示す片持梁について、1～4の間に答えよ

1. 支点反力を求めよ。解答には支点反力の正方向を明記すること。
2. せん断力図を描け。
3. 曲げモーメント図を描け。
4. 点Bにおけるたわみ v_B を求めよ。

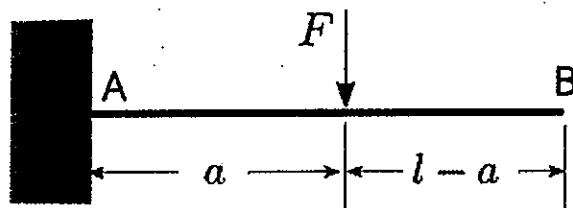


図1：鉛直方向の集中荷重を受ける片持梁。

図2に示すような、2つの片持梁ABとCBがヒンジで連結された構造ABCについて、以下の問5～9に答えよ。なお、以下では点Bにおいて部材ABが部材BCから受ける鉛直上向きの力を R とする。また、解答にあたり、問1～4に関する計算結果を必要に応じて利用してよい。

5. $0 < a < l$ の場合について R を求めよ。
6. $a = l/2$ の場合について支点反力を求めよ。解答には支点反力の正方向を明記すること。
7. $a = l/2$ の場合について曲げモーメント図を描け。
8. $l < a < 2l$ 、すなわち、集中荷重が区間BC内の点に作用する場合について R を求めよ。
9. $0 < a < 2l$ における R の a に対する変化の様子を、横軸を a 、縦軸を R とするグラフとして示せ。

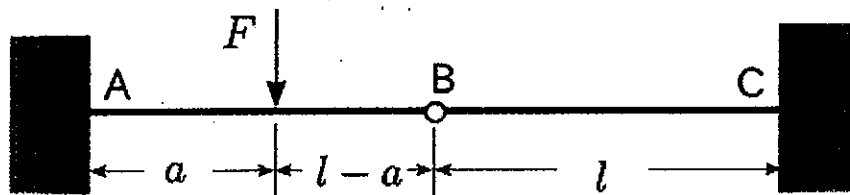


図2：ヒンジで連結された二つの片持梁で構成された構造
(集中荷重を受ける場合)。

(次頁へ続く)

10. 図3に示すように、ヒンジで連結された片持梁で構成される構造ABCが、幅 $3l/2$ 、大きさ q_0 の等分布荷重を受けるとする。このとき、部材ABが、ヒンジBにおいて部材BCから受ける鉛直上向きの力 W を求めよ。なお、解答にあたり、問1~9に対する計算の結果を必要に応じて利用してよい。

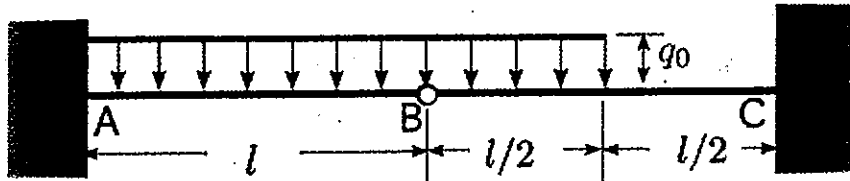


図3：ヒンジで連結された二つの片持梁で構成された構造
(幅 $3l/2$ の区間に等分布荷重を受ける場合)。

系番号(系名称)	② (地盤・地下水系)
科目名	地盤工学

1. 土の基本的性質に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 以下の土の状態に対する諸量を計算し、適切な単位を用いて解答しなさい。

容積 200cm^3 のサンプラーを用いて、現場で試料のサンプリングを行った。この試料を質量 72.79g の容器に入れて測定したところ、質量は 368.69g であった。また、炉乾燥後の質量は同じ容器で測定すると 289.41g となった。

①この土の含水比(w)、湿潤密度(ρ_t)、乾燥密度(ρ_d)を計算しなさい。

次に、この炉乾燥試料の一部(質量 25.00g)を用いて、土粒子の密度試験を行った。ピクノメーター(質量 49.33g)を蒸留水で満たしたときの重量は 146.16g 、炉乾燥試料を入れて蒸留水で満たしたときの重量は 161.42g であった。なお、測定時の水温は 20°C 、蒸留水の密度は 0.99820g/cm^3 である。

②土粒子の密度(ρ_s)を求めなさい。

③サンプリング試料の間隙比(e)、間隙率(n)、体積含水率(θ)、飽和度(S_r)を計算しなさい。ただし、水の密度は 1.00g/cm^3 とする。

(2) 次の諸量を土粒子の比重(G_s)、水の密度(ρ_w)、間隙比(e)の記号を用いて表しなさい。

①乾燥密度(ρ_d)、②飽和密度(ρ_{sat})

(3) 次の語句を簡潔に説明しなさい。

①均等係数、②土のコンシステンシー、③塑性指数、④ N 値、⑤ 相対密度

(4) 土の締固め曲線を概略図で表すとともに、縦軸・横軸の名称と最も効率的に締め固めることができる部分の縦軸・横軸の値に相当する名称を図に記入しなさい。また、理論上取り得る最大の曲線を併記し、その名称も図中に記入しなさい。さらに、このような形状の曲線を描く理由について簡潔に説明しなさい。

2. 土の圧縮について、以下の問いに答えなさい。

(1) 1次元圧密理論に関する以下の問いに答えなさい。

①有効応力の原理を示すとともに、圧密現象を過剰間隙水圧の消散挙動から説明しなさい。

②Terzaghiの圧密理論に基づき、a) 連続の式(任意の領域での水の出入りに関する質量保存則)、b) 運動の式(ダルシー則)、c) 応力のつりあい条件式(自重の影響は除外し、上載荷重は一定とする)を示した上で1次元圧密方程式を誘導しなさい。ただし、体積ひずみ(ϵ_v)、流速(v_z)、圧密係数(C_v)、間隙水圧(u)、時間(t)、鉛直方向距離(z)、透水係数(k)、体積圧縮係数(m_v)、水の単位体積重量(γ_w)とする。

③1次元圧密方程式の解に用いられる時間係数(T_v)を圧密係数(C_v)、時間(t)、最大排水長(H_d)により表しなさい。

(次頁へ続く)

(2) 一般的な土（中間土）の供試体に対して一軸圧縮試験を行った結果に関する以下の問いに答えなさい。

- ① モールの応力円の概略図を描き、両軸及び円が軸と接する点の記号と名称を記入しなさい。
- ② 同じ図に破壊規準線を描き、軸と接する点及び角度を示す記号と名称を記入しなさい。

3. 土中の水理について、以下の問いに答えなさい。

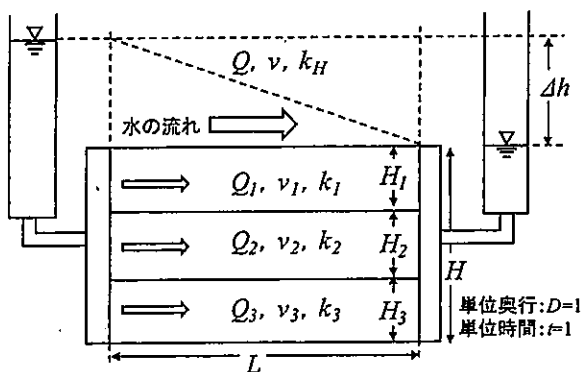
(1) 次の語句を簡潔に説明しなさい。

- ① 不圧地下水, ② 被圧地下水, ③ 宙水, ④ 等ポテンシャル線, ⑤ 流線網

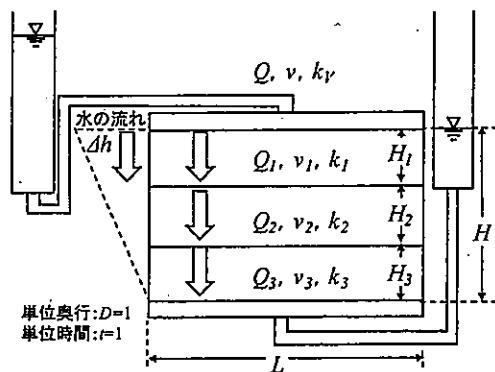
(2) 室内透水試験法で透水係数を求める理論式を以下のそれぞれにおいて誘導しなさい。なお、 h :水頭差, Q :流出水量, t_1 :測定開始時刻, t_2 :測定終了時刻, a :スタンドパイプの断面積, h_1 :時刻 t_1 における水位差, h_2 :時刻 t_2 における水位差とする。

- ① 定水位透水試験, ② 変水位透水試験

(3) 下図に示すような成層地盤の平均の透水係数を求める場合、全体の流量と各層での流量との関係、全体の水頭差と各層での水頭差はどのように表されるか。それぞれの場合において2つの式を図中の記号 (Q :流量, v :流速, k :透水係数)を用いて答えるとともに、これらの式からそれぞれの平均的な透水係数 k_H, k_V を求めなさい。なお、各層の水頭差は $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$ とする。



① 流れに対して各層が水平に配置



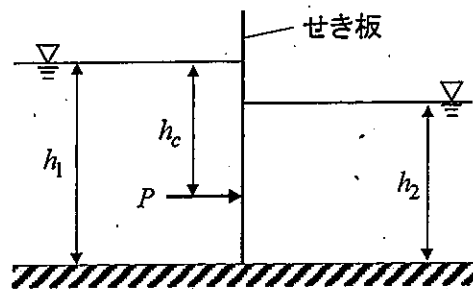
② 流れに対して各層が垂直に配置

以上

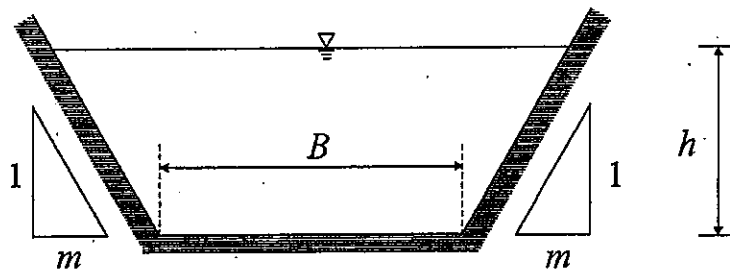
系番号(系名称)	③(水理・水文系)
科目名	水理学

問題に記載されていない記号を用いる場合は各自定義して用いること。

1. 図の太い実線で示す鉛直なせき板に作用する水圧の合力の大きさ P とその作用点位置の水深 h_c (せきの左側の水面からの距離) を求めよ。ただし、水の密度は ρ 、重力加速度は g 、せきの幅は B とする。



2. 図のような底面幅 B 、側壁勾配 $1/m$ の台形断面水路に一定の流量 Q を流したとき、水深が h となった。以下の問に答えよ。ただし、水路床勾配は i 、マンニングの粗度係数は n とする。



- (1) 潤辺 S 、流水断面積 A 、径深 R をそれぞれ h, B, m を用いて表わせ。
- (2) マニングの公式から Q を S, A, i, n を用いて表わせ。
- (3) $A(\neq 0)$ が定まっている場合、流量が最大となる水深 h を B, m を用いて表わせ。

3. 以下の用語を簡潔に説明せよ。

- (1) 比エネルギー
- (2) 不等流
- (3) 跳水
- (4) レイノルズの相似則

系番号(系名称)	④(環境・衛生系)
科目名	水質・上下水道学

※ 問題文中に条件等の記載がない場合、各自で条件を設定し解答すること。
 原子量： H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0, P 31.0, S 32.1

以下の問1～3の中から2問を選択し答えなさい。

問1 浄水処理での消毒に関する以下の問(1)～(2)に答えなさい。

- (1) 消毒剤を添加したときの病原性微生物濃度の変化速度が次式で表された。時刻 t における微生物濃度を $N(t)$ 、消毒開始時 ($t=0$) の微生物濃度を N_0 としたとき、微生物濃度の比 ($N(t)/N_0$) を表す式を示しなさい。なお、消毒剤濃度は一定に維持されるものとする。

$$\frac{dN(t)}{dt} = -kC \cdot N(t)$$

C : 消毒剤濃度 (mg/L), $N(t)$: 時刻 t での生存微生物濃度 (個/mL), k : 反応速度定数, t : 時刻 (min)

- (2) (1)の式から、ある一定レベルの不活化を行うための指標となる CT 値の考えが導かれる。下表の数値は大腸菌、クリプトスポリジウムを 99%不活化 ($N(t)/N_0=0.01$) するのに要する CT 値である。この数値からわかることを述べなさい。

表1 99%不活化に要する CT 値 (20℃, 単位 : mg min/L)

消毒剤	大腸菌	クリプトスポリジウム
遊離塩素	0.038	1,600
オゾン	0.0020	2～3

問2 下水終末処理場での窒素除去プロセスに関し、以下の問(1)～(2)に答えなさい。

- (1) 次の文章は生物学的窒素除去について説明したものである。□内に適切な語句、文、数値または記号を入れ文章を完成させなさい。

終末処理場へ流入する下水には窒素が含まれており、放流先下流にある閉鎖性水域での富栄養化防止等を目的として窒素除去が行われる場合がある。通常、窒素除去は微生物の作用を利用し行われる。

生物学的窒素除去は大きく二つの段階を経て進行する。一段階目の反応

(次頁に続く)

はアンモニアとして流入する下水中の窒素が亜硝酸を経て ① に酸化される反応で、② と呼ばれる。二段階目の反応では、② で生じた ① が窒素ガス(N₂)にまで還元される。この反応を③ という。

- (2) 次の図は生物学的窒素除去法の一つであるステップ流入式多段硝化脱窒法のプロセスを示したものである。反応タンク内の領域(A)~(D)では各々窒素に関しどのような反応が生じているか答えなさい。また、そのように考える理由も述べなさい。ただし、「酸化」、「還元」という言葉を使ってはならない。

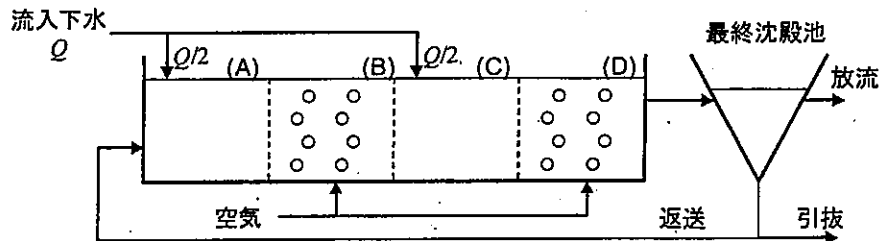


図1 ステップ流入式多段硝化脱窒法

問3 以下の問(1)~(5)に答えなさい。

- (1) 硫酸 (密度 1.84 g/cm³, 純度 95.0%w/w) がある。この硫酸のモル濃度を求めなさい。
- (2) 1.0×10^{-6} mol/L H₂SO₄ 溶液の電気的中性条件を表す式を示しなさい。ただし、H₂SO₄ は H⁺ と SO₄²⁻ に完全に電離しているとする。
- (3) 0.010 mol/L リン酸 (H₃PO₄) 溶液のリン (P) の濃度を mg/L で答えなさい。
- (4) 工場排水の BOD を測定するため、試料を 20 倍に希釈したのち、20 °C で 5 日間培養した。培養前後の溶存酸素濃度は、それぞれ 7.4 mg/L, 3.5 mg/L であった。この排水の BOD を求めなさい。
- (5) 蒸留水を入れた回分式反応器に物質 A を入れたところ、以下の反応が生じ物質 B, C が生じた。各反応は一次反応で表すことができ、A 1.0 mol から B 1.0 mol が、B 1.0 mol から C 1.0 mol が生じる。下図は A, B, C の濃度変化を示したものである。図中の(ア)~(ウ)の曲線が、それぞれ A~C のいずれの濃度を表すか、理由とともに答えなさい。

【反応】 A → B → C

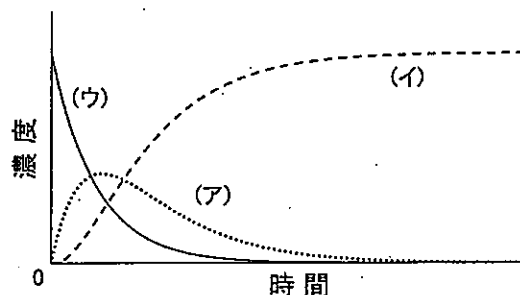


図2 濃度変化

系番号(系名称)	④(環境・衛生系)
科目名	廃棄物マネジメント

以下の3つの問題に答えなさい。

- 1) 廃棄物処理法に定められる一般廃棄物, 産業廃棄物の定義を説明しなさい。
- 2) 特定家庭用機器再商品化法 (家電リサイクル法) の内容について説明しなさい。
- 3) 廃棄物系バイオマスの資源化の方法であるバイオガス化について, 簡潔に説明しなさい。

系番号(系名称)	④(環境・衛生系)
科目名	大気環境学

問1 地表付近の大気は次の3つの式によって支配されている。これらの式から、高度と気温の関係を満たす微分方程式を導き、これを解きなさい。さらに、解いた式から、乾燥断熱減率を求めなさい。

気体の状態方程式	$p = \rho R T$
静力学平衡の式	$dp = -\rho g dz$
断熱(熱力学第一法則)の式	$c_p dT - dp \alpha = 0$

なお、各記号の意味は次の通りである。

p : 大気圧、 ρ : 大気密度、 T : 気温、 $\alpha \equiv 1/\rho$ (比容と呼ばれる)
 R : 大気の気体定数 (=287 J/kg/K)、 g : 重力加速度 (=9.8 m/s²)、
 c_p : 定圧比熱 (=1004 J/kg)

問2 人為的に放出された温室効果ガスの代表的な3つの成分を列挙し、それらの主要な放出源を書き出さなさい。

問3 文章の空欄(a)～(i)に適切な語句または数値を記入し、<P>～<S>からはいずれか適切な語句を選択しなさい。また、[x]には単位を記入しなさい。

(1) 地表面を出入りする放射エネルギーは(a)、(b)、(c)、(d)の4つの成分で構成される。(a)は太陽からの放射であり主に<P: X線、紫外線、可視光線、赤外線、電波>の波長域を持つ。(b)は地表面における太陽光の反射である。(c)は地球の表面温度に応じて射出される放射エネルギーであり主に<Q: X線、紫外線、可視光線、赤外線、電波>の波長域を持つ。(d)は大気の温度に応じて射出される放射エネルギーである。

(2) 現実の地球において平均的な放射収支を考えると、大気層においては、<R: 入射が上回っている、収支が平衡している、射出が上回っている>。一方で、地表面においては入射する放射が上回っている。地表面において、過剰であるエネ

(問題つづく)

ルギーは、主に2つの熱である(e)および(f)を通じて、大気の(g)によって上空へ運ばれ、上空の大気を<S: 温め、冷やし >ている。

(3) 300 W/m^2 の(e)エネルギーは、(h) $\text{g/m}^2/\text{s}$ の水蒸気フラックス(蒸発量)と同等である。ただし、水の蒸発潜熱 $L=2.5 \times 10^6 \text{ J/kg}$ とする。 300 W/m^2 の(e)エネルギーが1時間持続した場合、この間に 1 m^2 の地面から蒸発する水の量は、(i) $[\text{x}]$ である。

問4 次の語句の意味を説明しなさい。必要であれば数式、図表を用いても良い。

- (1) 京都議定書
- (2) プランクの法則
- (3) 地表面熱収支

(問題おわり)

系番号(系名称)	⑤(計画・景観系)
科目名	都市地域計画学

【Ⅰ】都市地域における一体的・総合的な計画の確立のために、平成4年と平成12年の都市計画法の改正により、都市計画を実施するための根拠となる2つのマスタープランが創設された。それぞれの名称と概要を説明せよ。

【Ⅱ】都市地域において計画的な土地利用を実現していくために、都市計画では様々な土地利用制度による規制や誘導が行われる。これらのうち、以下の制度の概要を説明せよ。

- (1) 区域区分
- (2) 地域地区
- (3) 開発許可制度

【Ⅲ】快適な都市生活・活動のための都市基盤整備を進めるために、都市計画には「市街地開発事業」が設けられており、以下の2つの事業が代表的である。それぞれの事業の目的と概要を説明せよ。

- (1) 土地区画整理事業
- (2) 市街地再開発事業

系番号(系名称)	⑤(計画・景観系)
科目名	交通計画学

1. 環境問題や渋滞対策として、MM (モビリティ・マネジメント) と呼ばれる施策がある。このMMについて、その特徴などを400字以内で説明せよ。

2. 高齢化の進展にともない、高齢者にやさしい都市交通の実現を目指した交通政策が実施されている。このような交通政策について、具体的に2つ挙げ、その内容・特徴(長所・短所も含む)をそれぞれについて200字程度で説明せよ。

3. 以下の用語について簡潔に説明せよ。

- 1) パーソントリップ調査
- 2) 4段階推定法
- 3) 費用便益分析

系番号(系名称)	⑤(計画・景観系)
科目名	景観工学

歴史的土木構造物を保存活用した景観形成・景観まちづくりの取り組み事例を1つあげ、その具体的な施策を説明するとともに、その取り組みに対するあなたの意見を述べなさい。