

受験番号 _____

氏名 _____

平成26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	環境工学
問題 5	地盤力学	問題 11	環境工学
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の(a)~(c)に示す構造のせん断力図(Q 図)および曲げモーメント図(M 図)の概略図をそれぞれ描け。

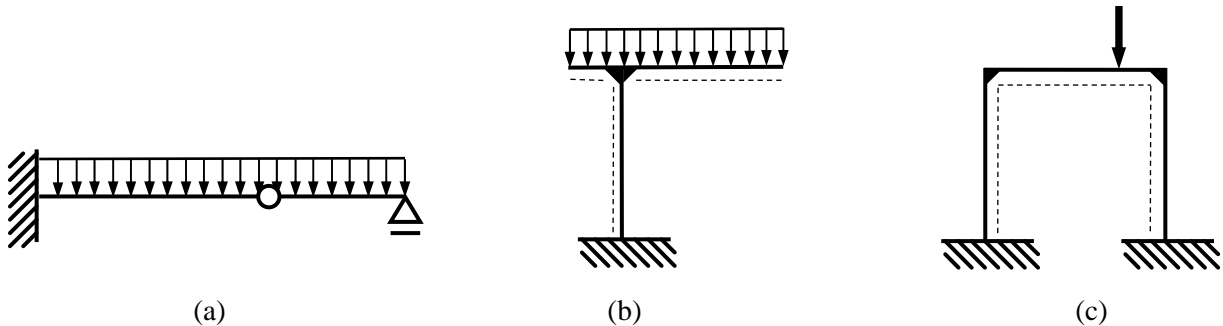


図 1

(2) 図2に示すように、両端にヒンジを有する細長い柱に圧縮荷重 P が作用し、この柱が微小にたわんでいる(座屈している). この状態において、以下の問に答えよ. なお、柱の長さは l であり、柱の曲げ剛性は EI である。

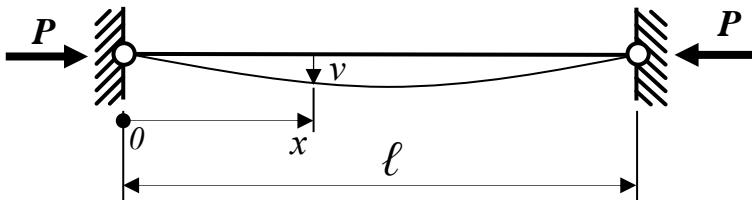


図 2

- 1) 柱の任意の位置 x における、たわみの大きさを v とするとき、位置 x における曲げモーメント M を求めよ。
- 2) 柱に 1) の曲げモーメント M が作用するとき、柱の支配方程式(たわみ v に対する微分方程式)を求めよ。
- 3) 2) の支配方程式の一般解を $\alpha (= \sqrt{P/EI})$ を用いて求めよ。
- 4) 3) の積分定数を柱の両端ヒンジの境界条件を用いて求めた上で、圧縮荷重 P を求めよ。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 2】(構造力学)

(1) 弾性はりの変形に関する以下の問いに答えよ。ただし、材料のヤング率は E 、はりの断面 2 次モーメントは I とする。

- 1) 図 1 に示すはりの支点反力を求めよ。
- 2) このはりのせん断力図および曲げモーメント図を求めよ。
- 3) このはりの支間中央点 C の鉛直変位を求めよ。

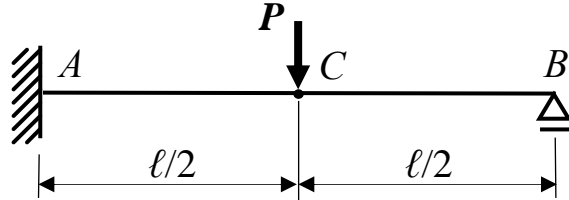


図 1

(2) 図 2 に示すような 1 次不静定トラスに関する問いに答えよ。ただし、全部材のヤング率 E と断面積 A は等しい。

- 1) DC 部材に作用している軸力を N_1 とする。このとき、同部材の鉛直変位 δ を N_1 と l_1 を用いて表せ。
- 2) DC 部材を切断した状態を想定し、残った静定トラス (AC 部材と BC 部材による) に働く軸力を N_1 と P を用いて表せ。
- 3) 2) の静定トラスの節点 C における鉛直変位を、 N_1 、 P 、 l_2 を用いて表せ。
- 4) 1)~3) の結果を利用して、最初に仮定した軸力 N_1 を求めよ。

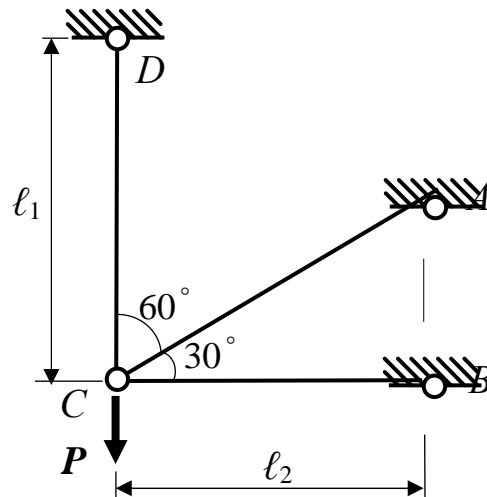


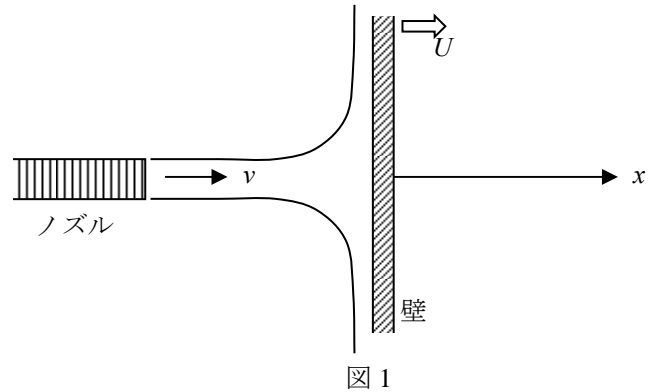
図 2

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題3】(水理学)

(1) 図1のように垂直に立つ平面の壁に水平に円形ノズルから水が噴出している。このとき、壁が水平方向に $U=+u, 0, -u$ の速度 (符号は x 軸の方向と一致. $v>u>0$ とする.) で水平に移動しているときに、壁に与えられる水平方向の力をそれぞれ求めよ。

ただし、水の密度を ρ 、重力加速度を g 、ノズルの放水口断面積を a 、放水速度を v とする。また、壁が正方向に動く場合はノズルからの水がまっすぐに壁に当たる範囲に壁があり、負方向に動く場合は壁がノズルに当たらない範囲にあるものとする。



(2) 図2のように、円形ノズルから鉛直上向きに水が放水されている。このとき、水は円形断面を維持して上昇しているとする。その断面の直径がノズルの放水口の直径の $\sqrt{2}$ 倍になるところのノズル先端からの高さ H_1 を求めよ。ただし、水の密度を ρ 、重力加速度を g 、ノズルの放水口の直径を d 、放水速度を v とする。また、水は空気との間に摩擦は生じず、ノズル出口でのエネルギー損失は無視できるものとする。

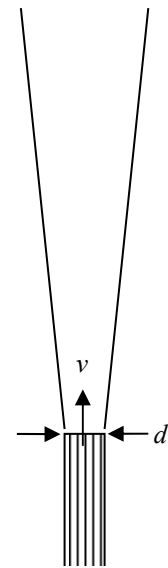


図2

(3) 図3のように、水平勾配の広長方形断面水路において、水路床の上に水路を幅方向に横断する構造物が置かれている。一定流量 (単位幅流量 q) の水が、上流側では射流、下流側では常流で流れて、構造物の位置で跳水が発生していた。このとき、構造物に作用する単位幅あたりの力 F (x 軸正方向が正とする) と跳水により失われるエネルギー損失 ΔE を示せ。ただし、水の密度を ρ 、重力加速度を g とし、構造物の上下流の水深は図に示したとおりである。

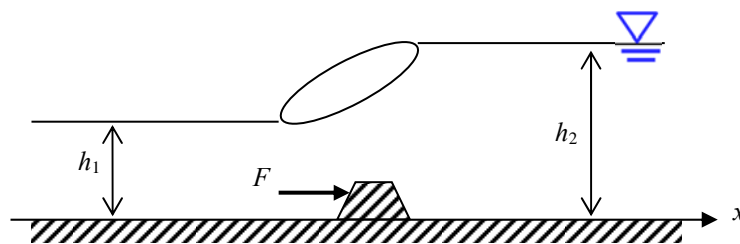
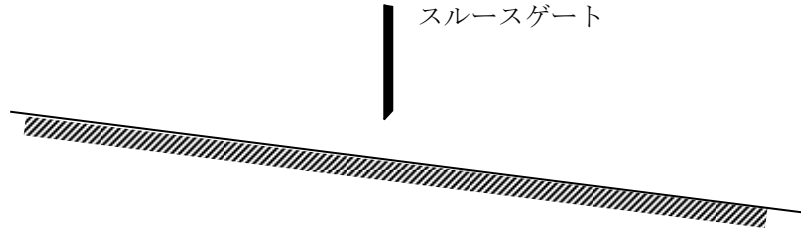


図3

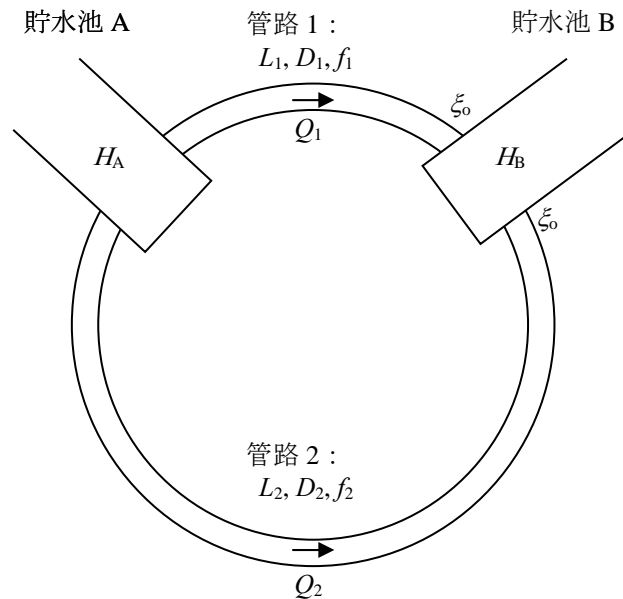
計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 4】(水理学)

(1) 下図のように無限に長い広長方形断面水路に一定流量の水が流れ、その途中にスルースゲートがある場合を考える。水路の勾配が緩勾配と急勾配のときに、ゲートの開度の条件のみから跳水が発生しうる全てのケースについて水面形を図示せよ。このとき、等流水深線と限界水深線を示し、スルースゲートの下端位置がそれらとどのような関係にあるかを明確に示すこと。また、水面形の形状を表す記号と、水面形を解く方向を示す矢印も記すこと。



(2) 下図のように、2つの貯水池 A, B が曲率半径の大きい円形軌道をもつ2つの円管路 1, 2 でつながれている。このとき、両方の円管の中心軸は同一水平面内にあり、この水平面を基準面とした貯水池の水位はそれぞれ、 H_A と $H_B (< H_A)$ で一定であった。管路の長さ L_i 、管路断面の直径 D_i 、摩擦損失係数 f_i ($i=1,2$) は図中に示した通りである。また、貯水池 A からの管路入り口はベルマウス状であり入口損失が無視でき、貯水池 B への管路出口における形状損失係数は $\xi_0=1.0$ とする。このとき、 $D_2=4D_1$ 、 $L_2=2L_1$ 、 $f_1=f_2=f$ であったとすると、各管路を流れる流量の比 Q_1/Q_2 を D_1, L_1, f を使って求めよ。さらに、管路 1 の貯水池 B との接続部分が外れ、空気中に管路 1 から水が放出した場合の Q_1/Q_2 についても D_1, L_1, f, H_A, H_B を使って求めよ。ここで、重力加速度を g とし、管路が曲がっていることによる形状損失は無視できるものとする。



(3) 乱流を取り扱う場合、ナビヤ・ストークスの方程式と連続の式についてレイノルズ分解（時間平均値と偏差に従属変数を分解すること）を行い、時間平均操作をすることでレイノルズ方程式（RANS 方程式）が得られる。このとき、乱流におけるクロージャー問題が生じるが、これはどのような問題であり、なぜ生じるのかについて説明せよ。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 5】(地盤力学)

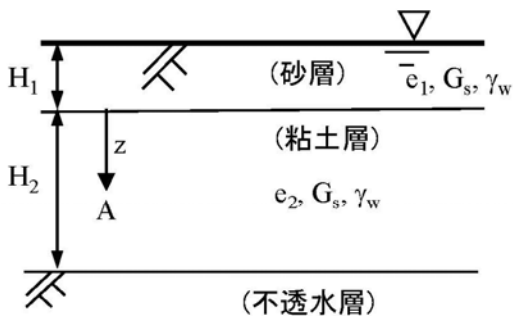
図に示すような砂，粘土からなる水平に堆積した二層地盤がある。以下の問いに答えよ（解答欄に記入せよ）。ただし，解答は，数値を除いて，図中に記されている記号だけを用いて行うこと。なお，水の単位体積重量は γ_w とする。

- 1) 地下水位は，はじめ図(a)に示すように砂層表面と一致していた。このとき，砂層の飽和単位体積重量 $\gamma_{1,sat}$ は(①)で与えられるので，粘土層の上面から z の深さにある点Aでの鉛直土かぶり圧（鉛直全応力） σ_v は(②)と求まる。また，鉛直有効土かぶり圧（鉛直有効応力） σ'_v は(③)と表される。なお，砂層と粘土層は共に飽和した状態にあり，間隙比はそれぞれ e_1 と e_2 ，土粒子比重は砂層，粘土層ともに G_s で与えられるものとする。
- 2) 井戸を掘り，水をくみ上げたことによって，地下水位が，図(b)のように粘土層上面まで低下し，その結果として砂層の飽和度 S_r が50%まで低下したとする。このとき，地下水位より上にある砂層の湿潤単位体積重量 $\gamma_{1,t}$ は(④)で与えられ，結果として地下水位低下後の鉛直有効土かぶり圧 σ'_v は，(⑤)となる。これより，地下水位低下により鉛直有効土かぶり圧は(⑥)だけ変動し，地盤沈下の要因となることがある。
- 3) 図(b)の地下水の低下により変動した鉛直有効土かぶり圧が，載荷荷重となり粘土層に圧密沈下が起こったとする。丁度，1年後，想定される最終の沈下量の半分の沈下が発生したとする。このとき，粘性土層の圧密係数 c_v ($m^2/年$)は，粘土層厚 H_2 の関数として(⑦)と求まる。また，1年後の粘土層の沈下量が層厚 H_2 の7.5%であった場合，この粘土層の平均的な体積圧縮係数 m_v は，(⑧)と計算される。なお，粘土層下面の基盤層は不透水層である。また，参考のために圧密度 U と時間係数 T_v の関係を表1にまとめている。
- 4) 砂層の層厚 $H_1=2m$ ， $e_1=1.0$ ，粘土層の層厚 $H_2=5m$ ， $e_2=2.0$ で与えられるとき，テルツアツギの圧密理論に従うと，粘土層の透水係数 k ($cm/日$)は，(⑨)と計算される。最後に粘土層の圧密時間を短縮するための方策をひとつ示し，それによって短縮できる理由を記せ(⑩)。

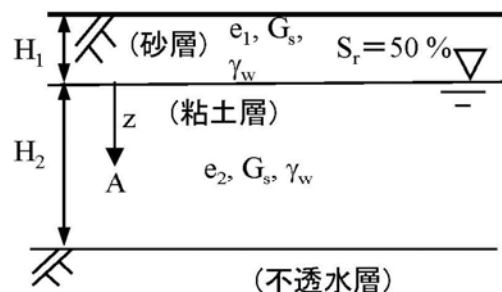
表1 圧密度 U と時間係数 T_v の関係

U(%)	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60
T_v	0.008	0.031	0.049	0.071	0.096	0.126	0.151	0.197	0.242	0.287

U(%)	65	70	75	80	90
T_v	0.343	0.403	0.484	0.567	0.848



図(a) 地下水位低下前の状況



図(b) 地下水位低下後の状況

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) 擁壁に対する土圧を算定するためにはランキン土圧理論とクーロン土圧理論など古典的な土圧理論に基づいた計算法がある。一般的に擁壁が裏込め地盤（乾燥状態で粒状性を持つ）から離れて移動した場合、クーロンの土圧理論より主働土圧係数は次の式で与えられる。

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{式 (1)}$$

ここで、 φ は地盤の内部摩擦角、 θ は壁面傾斜角、 α は裏込め地盤の傾斜角、 δ は壁面摩擦角である。鉛直壁で水平な裏込め地盤の場合、以下の問に YES/NO で答えよ。

(1-a) φ の増加に伴い式 (1) の K_a の値が減少するが、その値に δ の影響は少ない。(1-b) 壁が裏込め側に向かって移動した場合、 φ の増加に伴い受働土圧係数 K_p の値は増加する。(1-c) この K_p の値に δ の影響は少ない。

- 2) 図 1 に示すような砂地盤（乾燥状態）を支える逆 T 型擁壁（高さ H）に対する土圧の問題を考える。この擁壁が裏込め地盤から離れて移動した場合、図中の AB 面に対する土圧をランキンの主働土圧理論に基づいて計算できるとする。この場合、以下の問に答えよ。

(2-a) 式 (1) での θ 、 α と δ の値はそれぞれいくらか。(2-b) 主働土圧係数 K_a を求めよ。

- 3) 図 1 の裏込めをすべて粘土地盤に置き換えた状態の主働土圧の問題を考える。図 2 はその土圧分布を示したものである。非圧密非排水状態 (UU) における裏込め地盤の粘着力を c_u 、地盤の単位体積重量を γ_t 、任意の深さ z における鉛直応力を σ_v 、その時の水平応力を $\sigma_h (> 0)$ とし、所定の記号を使って、以下の問に答えよ。

(3-a) この状態におけるモールの応力円を図 3 中に描け。(3-b) 深さ z における主働土圧を求めよ。(3-c) 図 2 の (a)、(b)、(c)、(d) に入る値を記述せよ。(3-d) 擁壁に対する主働土圧の合力 P_a とその作用点 h_a を求めよ。

- 4) 図 4 は砂地盤 ($c' = 0$) に根入れ深さ D_f の帯状基礎（基礎に加える極限荷重 Q ）が設置された状態を示している。このときの極限支持力、 q_u の計算について考える。地下水が地表面にあると仮定し、砂地盤の飽和単位体積重量を γ_{sat} 、基礎底面より下の砂地盤の単位体積重量を γ_1' 、基礎底面より上の砂地盤の単位体積重量を γ_2' とした場合、所定の記号を使って以下の問に答えよ。

(4-a) 基礎底面（面積 A）に作用する間隙水圧 u を求めよ。

(4-b) 極限支持力 q_u を求めよ。

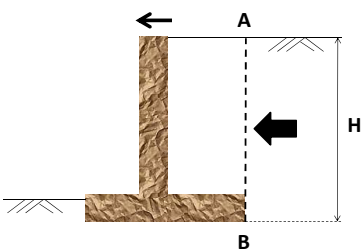


図 1

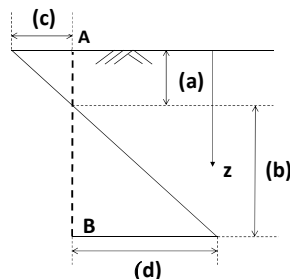


図 2

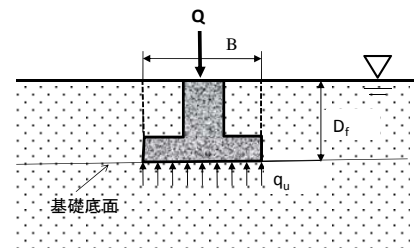


図 4

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 1/2)

- (1) 以下の文章は、コンクリートのスランプ試験について記述したものであるが、文章中には複数の誤りがある。その箇所にアンダーラインを記し、正しい言葉を下に記述せよ。(解答は解答用紙に記述せよ。)

『 スランプ試験は硬化コンクリートのワーカビリティを計測するための試験である。』

『 スランプ試験の手順は以下に示すとおりである。

手順 1 : スランプコーンの外面を湿布でふき、水平に設置した水密性平板上の中央にスランプコーンの大きな開口を下にした状態で置き、動かないように両足で押さえる。

手順 2 : コンクリートをスランプコーンの容積の約 1/3 ずつ 3 層に分けて詰め、各層を突き棒でならしたのち 10 回一様に突く。各層を突くときの突き入れ深さは平板に達する程度とする。

手順 3 : 3 層目を突き終わった後、上面をスランプコーンの上端に合わせてならす。

手順 4 : スランプコーンを鉛直に 20~30 秒で引き上げ、コンクリート頂面中央部の下がりをも測定器によって測り、これをスランプとする。

手順 5 : スランプコーンにコンクリートを充てんし始めてから、試験を終了するまで 15 分以内とする。

手順 6 : スランプは 0.1cm まで測定する。 』

『 スランプ試験は、スランプ 3cm 程度以下の軟練りコンクリートや、25 cm 程度以上の堅練りコンクリートには適していない。舗装コンクリートのような硬練りコンクリートには、主としてスランプフロー試験を、水中不分離性コンクリートのように混和剤によって高粘度、高流動化したコンクリートには振動台式コンシステンシー試験を適用する。』

- (2) コンクリートに用いる骨材に関する以下の問いに答えよ。(解答の数値は分数を残してよい)

粗骨材として用いる砕石の表乾状態(表面乾燥飽水状態)における質量が 2500 g、水中での質量が 1600 g、絶乾状態(絶対乾燥状態)での質量が 2450 g であった。この砕砂の表乾密度、絶乾密度および吸水率を求めよ。水の密度は 1.0g/cm^3 とする。さらに、上記の砕石の単位容積質量を求めたところ、 $1.60\text{kg}/\ell$ であった。実積率を求めよ。

- (3) 同一の環境条件に立地する鉄筋コンクリートの構造物 A (建設後 16 年経過) と構造物 B (建設後 48 年経過) の調査を行ったところ、中性化深さは A で 20mm、B で 24mm であった。今後とも環境が変わらないとした場合、以下の設問に答えよ。

① 構造物 A および構造物 B に用いたコンクリートの中性化速度係数を各々求めよ(必ず、単位を示すこと)。コンクリートの中性化は“ルート t 則”に従うものとする。なお、中性化深さ y と時間 t との関係式における係数を中性化速度係数と呼ぶ。(解答はルート記号を残してよい)

② 今後も中性化が進行した場合、構造物 A と構造物 B の中性化深さが等しくなるのは、今から何年後になるかを計算せよ。(解答の数値は分数を残してよい)

【問題 7】 (コンクリート工学 2/2)

(4) 右に示すような、正方形のコンクリート断面の中央に鉄筋が配置されている RC 部材において、コンクリートの乾燥収縮が生じている状況を考える。順次示す記号を用いて、以下の問いに答えよ。(ただし、断面は一樣に部材軸 (鉄筋軸) 方向に変形し、断面内でのひずみの勾配はないものとする。また、コンクリートにひび割れは生じていないものとする。)

コンクリートの断面積 : A_c

鉄筋の断面積 : A_s

① 以下に示す 3 種の変形を、解答用紙の点線で示した図中に示せ。

なお、図示する際には 1) , 2) , 3) を関連付けよ。

- 1) コンクリートが自由であれば (鉄筋の拘束がなければ) 収縮した量
- 2) 鉄筋がコンクリートから圧縮力を受けて収縮した量
- 3) コンクリートが鉄筋から引張力を受けて伸びた量

② 変形の適合条件を、以下に示す $\epsilon_{s n}$, ϵ_s , ϵ_c で示せ。ひずみは絶対値で示すものとし、圧縮、引張ともに正值で表すこととする。

$\epsilon_{s n}$: コンクリートが自由の場合 (鉄筋の拘束がない場合) の収縮ひずみ

ϵ_s : 鉄筋の収縮ひずみ

ϵ_c : コンクリートの引張ひずみ

③ コンクリートおよび鉄筋について材料の構成則をたて、以下に示す記号を用いて、コンクリートおよび鉄筋のひずみを示せ。なお、②までに定義した記号も用いること。

コンクリートの弾性係数 : E_c 鉄筋の弾性係数 : E_s

コンクリートの応力 : σ_c 鉄筋の応力 : σ_s

コンクリートの全引張力 : T 鉄筋の全圧縮力 : C

④ 力の釣合条件をたて、コンクリートおよび鉄筋の応力とひずみを示せ。なお、以下の記号を用いること。

コンクリートおよび鉄筋の応力 : $\epsilon_{s n}$, E_s , n , p , を用いること。

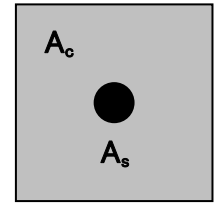
コンクリートおよび鉄筋のひずみ : $\epsilon_{s n}$, n , p , を用いること。

なお、 n と p の定義は以下に示すとおりである。

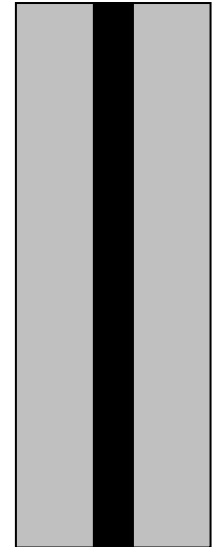
弾性係数比 : $n = E_s / E_c$

鉄筋比 : $p = A_s / A_c$

断面図



側面図



【問題 8】(計画学)

- (1) パーソントリップ調査について、知っていることをできるだけ詳しく述べよ。
- (2) 交通需要推定における4段階推定法について、知っていることをできるだけ詳しく述べよ。
- (3) 交通流に関する次の設問に答えよ。
- 1) 空間平均速度(v_s^*)、交通密度(k)、交通流率(q)の間に成り立つ基本的な関係式を書きなさい。
 - 2) ある道路の空間平均速度(v_s^*)と交通密度(k)の間に次の関係式が与えられている。このとき、与えられた記号を用いて、この道路の最大交通量(q_{max})と臨海密度(k_c)を表しなさい。
$$v_s^* = v_f - a k$$
ここに、 v_f は自由走行速度、 a は係数である。
- (4) 次の地区交通に関する下の文中の()に入れるべき適切な人名・用語(理論・システムなど)・地名を解答欄に記入しなさい。

住区内街路とは、住宅地における幹線道路に囲われた地区内の道路をいう。このように地区を単位に住区内街路を把握し、コミュニティ形成の重要要素と考えたのは(①)であり、その理論を(②)論という。スタインと(③)は、この住区内街路において歩車分離を完全に行い、通過交通を排除する街路網として、(④)方式を提案した。

一方、(⑤)は、市街地一般を幹線道路に囲まれた(⑥)地区に区画し、同地区内には自動車にとって通り抜けの難しい、数段階の住区内街路よりなる道路網を構成することを提案した。

通過自動車交通が排除でき(交通量が少なくなり)、自動車走行速度が十分に低くなるならば、住区内街路では必ずしも歩車を空間的に分離する必要はない。この考え方は、オランダの(⑦)で実行に移された。住区通過に利用されそうな道路を自動車に対して遮断し、路上に種々の構造物や駐車ロットを配置して、走行速度を低下させるこの方式は(⑧)と呼ばれている。わが国には歩車共存道路として紹介・導入され、コミュニティ道路事業、ロードピア事業に採用されている。

地方中心都市では、中心業務地区の強化が都市全体の課題であることが少なくない。そのため、都市の中心部全体に1つの体系的な交通規制を適用することが行われている。その代表的なものが、1960年にドイツのブレーメンで実施された(⑨)である。これを参考にして独自の交通管理方式として開発されたのが、スウェーデンのイエテボリで実施された(⑩)である。

【問題9】(計画学)

(1) 費用便益分析について以下の問いに答えよ.

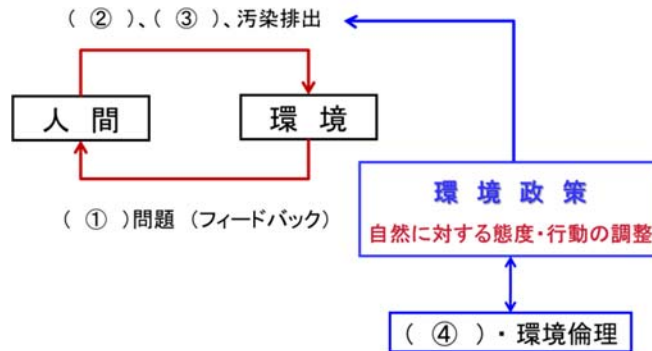
- 1) プロジェクトライフ n 年の土木プロジェクトを考える. t 年次における当該プロジェクトから生じる便益と費用をそれぞれ b_t , c_t と表す. 社会的割引率 r を考慮して, 費用便益比 (CBR) を上述の記号を用いて式であらわせ.
- 2) 社会的割引率とは何か説明せよ.
- 3) 内部収益率について説明せよ.
- 4) 一般企業では財務分析が採用されることが多いが, 公共主体の事業には費用便益分析がよく用いられる, なぜか
- 5) 環境の価値 (便益) を測定するにあたり顕示選好法 (代理市場法) と表明選好法 (偽装市場法) からそれぞれ1つずつの手法を挙げ, それぞれの手法の概要を述べよ.

(2) 都市計画法に関わる以下の用語を説明せよ.

- 1) 市街化区域, 市街化調整区域
- 2) 土地区画整理法における減歩.
- 3) 建ぺい率, 容積率

【問題 10】（環境工学）

- (1) 地球環境問題を始め、様々な要因が複雑に関与している環境問題を解決するには環境システム学的アプローチが不可欠である。環境システム分析の手順について述べよ。
- (2) 地球環境問題を 5 つ挙げよ。また、地球環境問題に共通する特性を 5 つ挙げよ。
- (3) 環境政策とは、自然に対する態度・行動の調整手段と言える。
- (a) 図中の①～④を埋めよ。



- (b) 環境政策には経済的手段の他、4つ手段がある。4つの手段を記せ。
- (c) 環境政策の手段の一つ、経済的手段の具体的な政策を4つ挙げ、各々について知るところを記せ。

【問題 11】(環境工学)

(1) 下記の [1] ~ [3] に入る語句を解答欄に書きなさい。

- ・排水・汚水の浄化を担う微生物群を [1] という。細菌や原生動物など多様な微生物が含まれ、互いに共生・捕食関係にある。
- ・[2] とは可逆反応において、順方向の反応と逆方向との反応速度が釣り合って反応物と生成物の組成比がマクロ的に変化しなくなる状態をいう。
- ・熱伝導において、単位時間あたりに単位面積を通過する熱伝導量 (流束) は負の空間的な熱濃度勾配に比例するという法則を [3] と呼ぶ。

(2) 下記の語句 [4], [5] について説明せよ。

[4] Michaelis-Menten equation [5] denitrification

(3) 水の処理に関する以下の設問に答えよ。

[6] 理想的な完全混合型の沈澱池による浮遊粒子の除去について考える。流入・流出流量を Q 、流入および流出の粒子濃度をそれぞれ C_0 、 C とする。完全混合を仮定するので、沈澱池内の粒子濃度は一様であり、 C である。沈澱池の表面積 (底面面積) を A とし、粒子の等速沈降速度を V とする。以下の設問 a)~d) に答えよ。

- 「表面負荷率 (水面積負荷)」とは何かを説明せよ。
- 沈澱池で除去されている粒子の流束、つまり、単位時間に単位沈澱池表面積当たり沈殿する粒子の質量を表す式を答えよ。
- 沈澱池内での物質収支式を立て、流出水中の粒子濃度 C を計算せよ。
- 流入水中の粒子濃度 C_0 が一定の時、完全混合型沈澱池での粒子除去率を増大させる方法を三つ挙げよ。

[7] 水道の浄水施設において、原水水質が緩速ろ過方式では対応不可能な場合に急速ろ過方式が用いられる。それにも関わらず、緩速ろ過方式に比べて、急速ろ過方式の砂ろ過速度は数十倍大きい理由を述べよ。ただし、両浄水方式の違いについても触れつつ、その理由を説明すること。

[8] 標準的な下水処理場における下水処理施設の構成に触れつつ、最終沈澱池の役割を説明せよ。

[9] 塩素殺菌による微生物の死滅速度は 1 次反応に従う、と仮定する。微生物濃度を x 、死滅定数 (反応速度定数) を k_d とすると、微生物濃度が初期濃度 x_0 の 20% に減少するまでに要する時間 $t_{1/5}$ を求めよ。

問 題 冊 子
裏 面