

令和3年度 九州大学大学院 工学府

土木工学専攻

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26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、解答冊子表紙の表で選択した問題に○を付けなさい。

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 のような①～③の矩形断面（短辺 b ，長辺 $4b$ ）を組み合わせた部材の断面諸量に関する以下の問いに答えよ。

- 1) ①断面の x 軸に関する断面 1 次モーメントを示せ。
- 2) 全断面の図心高さ（ x 軸からの距離）を求めよ。
- 3) 全断面の x 軸に関する断面 2 次モーメントを示せ。

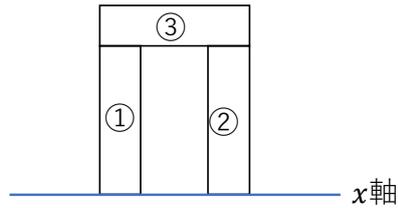


図 1 矩形を組み合わせた断面

(2) 図 2 のような重ねばりに関する以下の問いに答えよ。

- 1) 上側はりに生じる最大曲げモーメントを示せ。
- 2) 下側はりのせん断力図，曲げモーメント図を示せ。
- 3) 下側はりの支間中央における断面（幅 b ，高さ h の矩形）内の曲げ応力分布を示せ。
なお，解答には上縁・下縁の応力値を示すこと。

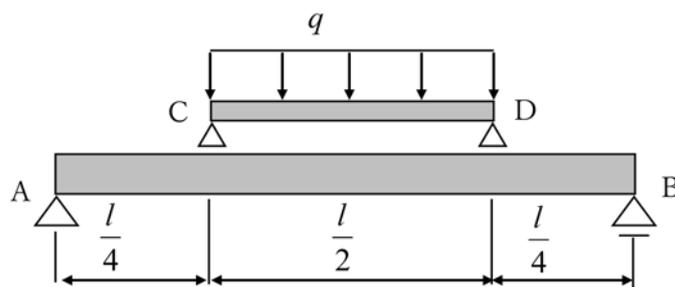


図 2 2 段重ねの単純ばり

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) 1つの集中荷重 P が作用している図 3 に示す半径 R の円弧状の構造について、以下の問いに答えよ。ただし、曲げ剛性は EI とする。軸力成分は無視せよ。

- 1) 構造の変形図を描け。
- 2) 構造の任意の位置における曲げモーメント M_x を x の座標系を示した上で求めよ。
- 3) 集中荷重 P が作用する点 C の鉛直方向変位 δ_{CV} と支点 B の水平方向変位 δ_{BH} を求めよ。

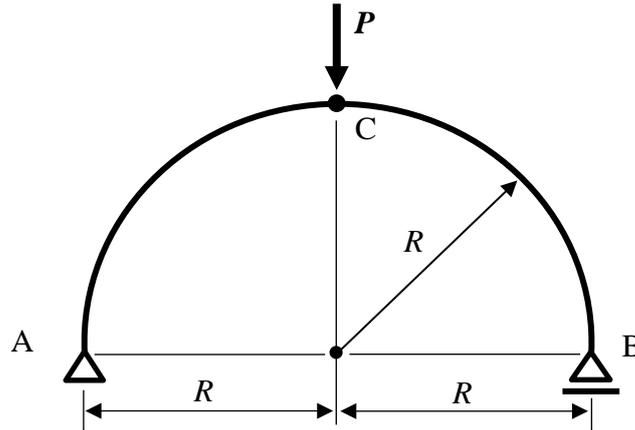


図 3

(2) 図 4 に示すように、等分布荷重 q が作用する片持ちばり AB に棒部材 BC がヒンジで接合された構造について、以下の問いに答えよ。ただし、片持ちばりの曲げ剛性は EI 、棒部材の軸剛性は EA とする。

- 1) 棒部材 BC に作用する不静定力を X とした場合について、片持ち梁の任意の位置における曲げモーメント M_x を x の座標系を示した上で求めよ。
- 2) 部材 BC の軸力 X を求めよ。
- 3) 片持ちばりの右端点 B における鉛直方向変位 δ_{BV} を求めよ。

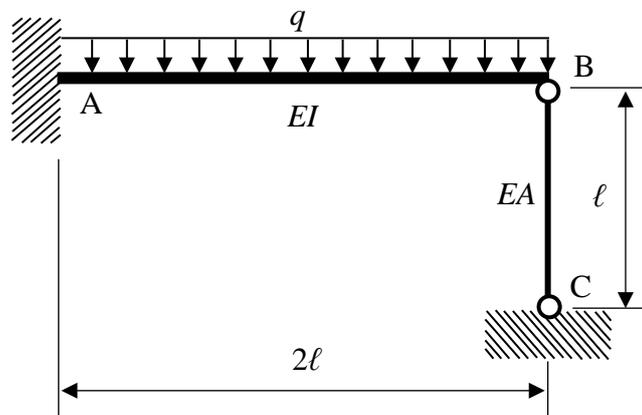


図 4

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題3】(水理学)

(1) 次の文章中の□に入る適切な語句や数式を、下に示した語群から選び、記号で答えよ。なお、数式中の記号については一般的に使用されているもので記載している。また、同じものを2回以上用いても良い。

[語群]

- a. 乱流 b. 層流 c. 一様流 d. 等流 e. 不等流 f. 漸変流 g. 急変流 h. 常流 i. 射流 j. 限界流
 k. 限界 l(エル). 平均 m. 最大 n. 最小 o. 中立 p. 平衡 q. 無限大 r. ゼロ
 s. $(1/n)R^{2/3}I^{1/2}$ t. $(1/n)R^{1/3}I^{1/2}$ u. $(1/n)AR^{2/3}I^{1/2}$ v. $(1/n)AR^{2/3}$ w. Av x. $v^2/2g$ y. $(nq/I^{1/2})^{3/5}$ z. $(nq/I^{1/2})^{2/5}$
 aa. $(nq/I^{1/2})^{1/5}$

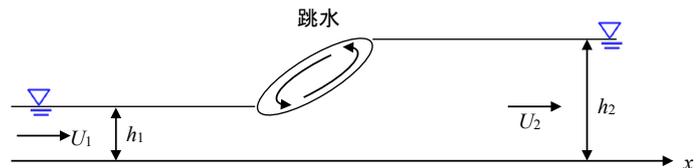
水の流れは管路流と開水路流に分けられる。また、流下方向に流速や断面が一様な流れを□(1)、一様でない流れを□(2)という。一般的には後者の流れとなることが多いが、解析が困難になるため、(2)のうちで流下方向の変化が緩やかである□(3)の場合には、(1)の理論を近似的に適用して解析することが多い。

(1)が成り立つ場合には、断面平均流速 U を求めるために、マンシング(Manning)の式 $U=□(4)$ やシェージーの式 $U=C(RI)^{1/2}$ などの経験式を適用することが多い。また、(1)が厳密に成り立つ場合に発生する水深を□(5)水深という。

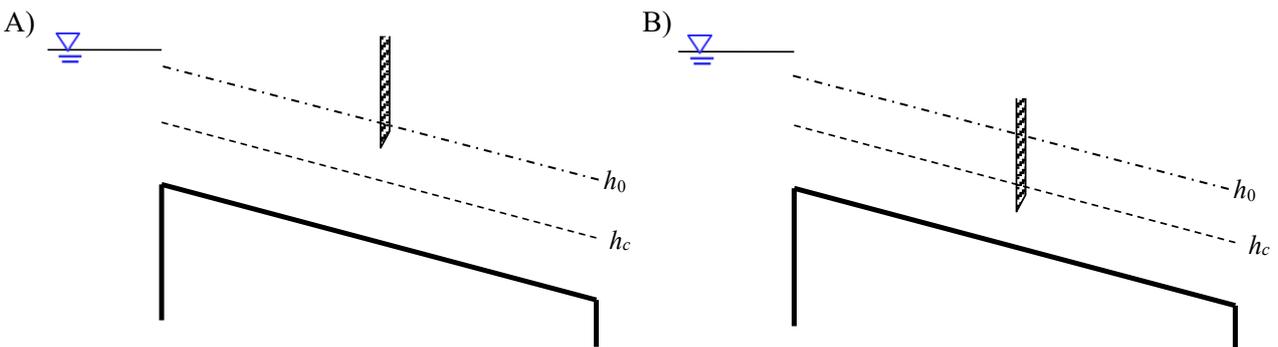
(1)が成り立つ場合にマンシングの式を用いると、広長方形断面において単位幅当たり流量 q が流れるときに(5)を求める式は、□(6)となり容易に計算できることが分かる。しかし、長方形断面以外の一般的な断面形状を持つ場合には、(1)が成り立つ場合でも(5)を求めることは、若干の困難を伴うことになる。このとき、通常は通水能 K を定義し、対象とする断面形や壁面の材料などに対して K と(5)との関係を求めておくことで、与えられた流量 Q 、水路床勾配 I 、ならびに壁面の粗度の情報から(5)を求める。マンシングの式を用いる場合には、この通水能は $K=□(7)$ と表される。

開水路流では、フルード数 Fr が流れの状態を決定する重要な役割を演じる。 $Fr>1$, $Fr<1$ となる状態の流れをそれぞれ□(8)、□(9)という。さらに、 $Fr=1$ となる状態は、ある(単位幅当たり)流量に対して、比エネルギーが□(10)となる場合に相当する。

(2) 図に示すように、広長方形断面の定常な開水路流れで跳水が発生している。このとき、跳水前後の水深 h_1, h_2 の比 h_2/h_1 を跳水前側のフルード数 Fr_1 により表せ。ここで、跳水前後の水深平均流速は U_1, U_2 、水の密度を ρ 、重力加速度を g とする。



(3) 図に示すように、広長方形断面の緩勾配水路にスルースゲートが設けられている。 h_c と h_0 に対して開口高さが違う2通りの流れ方が考えられる。それぞれの場合に発生する水面形の概形を示せ。なお、水面形の名前、限界水深の位置、水面形の計算方向(矢印)、ならびに跳水などを過不足無く書き加えること。ただし、水路は流下方向に十分長く、上流端水位は h_c や h_0 より高く、下流端は自由落下しているものとする。



計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 4】(水理学)

(1) 図-1 に示すゲートは、上流側の水深が増すとヒンジ H を中心に回転し、水が流れるようになっている。ゲートが回転を始める水深 h を求めよ。ただし、ゲートの自重や摩擦力は無視してよい。

(2) 流速 U の一様な流れの中に置かれた円柱に作用する流体力 F が、流体の密度 ρ 、流れに対する円柱の投影面積 S および流速 U の関数として表されるとした場合、無次元の比例定数を C として、レイリーの方法(次元解析)により関数形を求めよ。なお、解答の過程を示すこと。

(3) 図-2 のように、底部にオリフィスをもつ幾何学的に相似な大小 2 つの水槽がある。これらの水槽の寸法の比および水深の比 (h/h') が r であるとき、オリフィスから流出する水の流量の比 (Q/Q') を求めよ。なお、 Q は大水槽、 Q' は小水槽の流量であり、それぞれの水槽のオリフィスの直径を d, d' とする。また、水槽の水深は一定とし、エネルギー損失および縮流の影響は無視できるものとする。

(4) 図-3 のように、水槽の底面に管径が下方に細くなる円管が取り付けられ、円管下端(断面積 A) から密度 ρ の水が流出している。流出・落下した水は床板に垂直に衝突し、その後、床板と平行な方向に流れる。このとき、落下する水が床板に及ぼす流体力 F を求めよ。なお、水槽の断面積は十分に大きく、水槽内の水深 h_1 は変化せず、エネルギー損失は無視できるものとする。また、重力加速度を g とする。

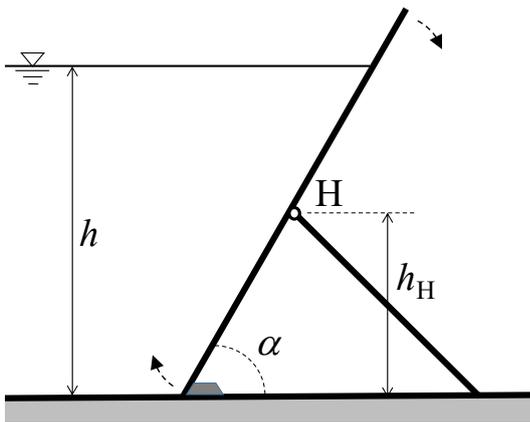


図-1

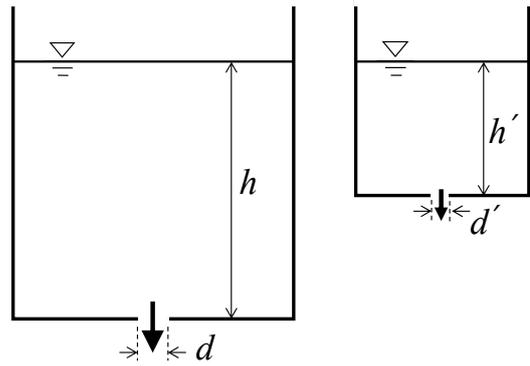


図-2

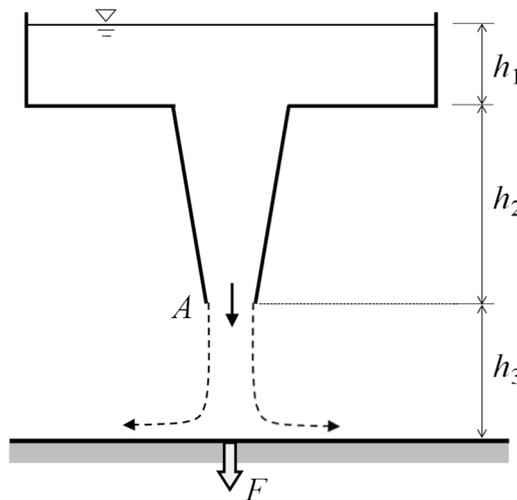
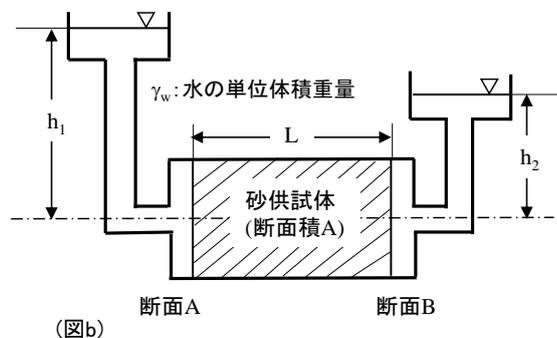


図-3

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(a) に示すように砂層, 粘土層の互層地盤がある。地下水面は, 表層から H_1 の砂層と粘土層の境界の位置にある。このとき, 以下の問いに答えよ。なお, 砂層の比重, 間隙比, 含水比は, 図中に示すように $G_s, e, w(\%)$ でそれぞれ与えられる。また, 水の単位体積重量は γ_w である。
- a) 砂層の湿潤単位体積重量 γ_t を $G_s, e, w(\%), \gamma_w$ の中から適切な記号を用いて表せ。また, 粘土層の飽和単位体積重量 γ_{sat} を粘土層の比重 G_s, e_1, γ_w の中から適切な記号を用いて表せ。なお, 粘土層は十分飽和した状態にあるものとする。
- b) 粘土層の中央に位置する要素 A に作用する, 鉛直有効応力 σ'_A を, 砂層の γ_t , 粘土層の γ_{sat}, γ_w , および H_1 と H を用いて表せ。
- (2) 図(a)に示す砂層中の試料をサンプリングし, 図(b)のような砂供試体に作用する浸透水圧を調べる模型実験を行った。このとき, 以下の問いに答えよ。なお, 図中の砂供試体と容器の間に摩擦はないものとする。
- c) 浸透力は, 断面 A と断面 B に作用する力の差として求められるとする。このとき, 砂供試体に作用する浸透力 F を図(b)中に示す記号の中から適切な記号を用いて表せ。
- d) 次に, 単位体積当たりの浸透力を記号 j として表現する。この単位体積当たりの浸透力 j を断面 A と断面 B 間の水頭差 Δh , γ_w と L を使って表せ。
- e) 図(b)の砂供試体を立てた状態にすると, 砂供試体に作用する物体力は浸透水圧と砂の水中重量となる。この物体力がゼロであるとき, 砂は水中に浮いた状態になる。このような現象を何と呼ぶか答えよ。また, この現象を引き起こす動水勾配を, 何と呼ぶかも答えよ。
- f) e)で答えた動水勾配は, 砂粒子の比重 G_s , 砂供試体の間隙比 e によって表せる。その関係式を求めよ。
- g) 図(b)中の砂供試体の比重 $G_s=2.7$, 間隙比 $e=0.7$ であるとする。このとき, 砂が水中に浮いたような状態になるには, h_1 と h_2 の差が如何ほどになる必要があるかを求めよ。なお, 供試体の長さ L は 30 cmであった。
- (3) 図(a)に示す互層地盤の表面に Δp なる等分布応力が幅広く载荷され, 粘土層に一次圧密沈下が生じたとする。このとき以下の問いに答えよ。
- h) 粘土層の初期間隙比 e_1 は, 最終的に e_2 に変化した。粘土層の最終沈下量 S_f を e_1, e_2, H を用いて表せ。
- i) この粘土層の最終沈下量 S_f を粘土層の圧縮指数 C_c や膨潤指数 C_s を用いて算定することもよく行われる。このとき, C_c, C_s , 粘土層中央の鉛直有効応力 σ'_A , 層厚 H , 初期間隙比 e_1 , Δp の中から適切な記号を用いて, 最終沈下量 S_f を表せ。なお, この粘土層は, 正規圧密の状態にある。また, σ'_A は, S_f を求める際の鉛直有効応力の代表値として用いられるものとする。
- j) また, 最終沈下量は, 体積圧縮係数 m_v を用いても同様に求めることができる。このとき, 粘土層の体積圧縮係数 m_v を $\Delta p, e_1, e_2$ を使って表現せよ。
- k) この粘土層の層厚 H が 10m, 90%圧密に要する時間が1年であったとする。この粘土層の圧密係数 $c_v(\text{m}^2/\text{日})$ を具体的に求めよ。なお, 圧密度 50%の時の時間係数は 0.197, 圧密度 90%の時の時間係数は 0.848 で与えられる。



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) 地盤のある深さから円柱状の供試体を 2 本切り出し、三軸圧縮試験を行った。試験では拘束圧 σ_3 (kN/m^2)で等方圧密した後、拘束圧を一定のまま非排水条件で鉛直応力 $\sigma_1(\text{kN/m}^2)$ を増加させた。

表 1 に示す試験結果を用いて以下の問いに答えよ。

(1-a) 2 つの供試体の破壊時における鉛直有効応力 σ_1' と有効拘束圧 σ_3' を求めよ。

(1-b) 破壊時の 2 つの供試体の有効応力表示によるモールの応力円を解答用紙に図示せよ。その際、 σ_1' と σ_3' の数値を明記すること。また、粘着力 c' および内部摩擦角 ϕ' を求めよ。

(1-c) 供試体に破壊が生じた時、供試体 No.2 において、モールの応力円上の極の位置をプロットし、極の位置を活かして、供試体に生じる破壊面の角度 θ (水平面を基準とした場合)を計算せよ。

(1-d) 供試体 No.2 の破壊時において、水平面から 30° 傾いた面に働く直応力 σ' とせん断応力 τ をモールの応力円に図示し、各値を求めよ。必要なら、 $\sqrt{3}=1.73$ として計算せよ。

表 1

供試体No.	No.1	No.2
拘束圧 σ_3 (kN/m^2)	100	300
破壊時の鉛直応力 σ_1 (kN/m^2)	200	700
破壊時の過剰間隙水圧 Δu (kN/m^2)	50	100

(2) 次の文章は土圧に関して述べたものである。文章中の空欄を専門用語、記号、数式を用いて埋めよ。ただし解答は、専門用語を除いて、文中に記されている記号だけを用いること。

均質な水平地盤を支える摩擦のない鉛直背面を持つ擁壁がある。水平地盤の地表面からの深さ z での鉛直応力 σ_v と水平応力 σ_h はともに主応力であり、 σ_v は土の単位体積重量を γ とすると、 $\sigma_v=[①]$ と表される。壁が水平方向に動くことで地盤内のすべての土要素が塑性平衡状態に入り、クーロンの破壊規準式を満足する場合、破壊時におけるモールの応力円から σ_h を決定できる。すなわち、土の強度定数を c, ϕ とすると、 σ_v と σ_h の間には、 $\pm(\sigma_v - \sigma_h) = [②]$ の関係が成立する。この式で正号は、 $\sigma_v > \sigma_h$ の場合であり、この状態を [③] 状態と呼び、この時の水平応力を [③] 土圧という。この [③] 土圧を σ_a とおくと、 σ_a は、 c, ϕ と σ_v により、 $\sigma_a = [④]$ と表現され、共役な破壊線 (すべり線) の方向は、水平面に対して [⑤] 度傾いた方向に生じることが破壊時のモール円の幾何学的性質からわかる。また、先の関係式で負号は、 $\sigma_v < \sigma_h$ の場合であり、この状態を [⑥] 状態と呼び、この時の水平応力を [⑥] 土圧という。一方、[②] の関係式を満足する破壊状態に対して、壁が水平方向に動かない安定な状態を、一般に [⑦] 土圧状態と呼び、その時の土圧を [⑦] 土圧という。

ここで、図 1 に示す均質な水平地盤を支える摩擦のない鉛直背面を持つ擁壁に作用する土圧合力について考える。擁壁高さを H とし、地下水は十分に深いものとする。この時、土の湿潤単位体積重量を γ_t 、土の強度定数を c', ϕ' とすると、擁壁に作用する主動土圧合力 P_a は、水平地盤に亀裂が発生しないと仮定した場合、図中の記号を用いて $P_a = [⑧]$ で表される。また、壁無しで自立できる擁壁の限界高さ H_c は、土圧合力の引張部分と圧縮部分が釣り合う条件から $H_c = [⑨]$ と表される。

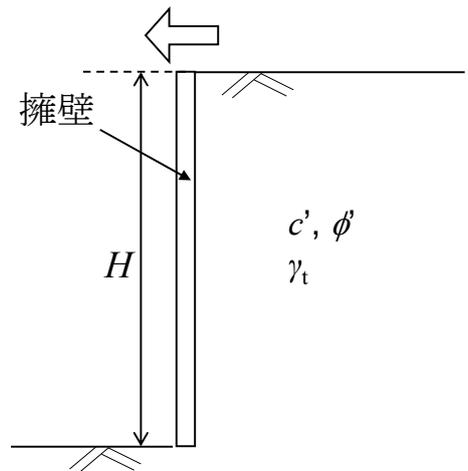


図 1

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)

土木学会が発刊している『コンクリート標準示方書』は、コンクリート技術の基本を示したものであり、1931年(昭和6年)に初版が発刊され、ほぼ5年に一度の改訂を繰り返し、2017年版と2018年版が最新版である。現在の示方書は、基本原則編、設計編、施工編、維持管理編、ダムコンクリート編、規準編の6編で構成されている。この『コンクリート標準示方書』の記述に関する以下の間に答えよ。なお、枠囲みで示したものが示方書の記述である。

(1) [設計編:本編] 5章 材料 より

5.1 材料の基本

- (1) コンクリート構造物には、構造物の要求性能を確保するために必要な特性を有するコンクリート、鉄筋等の鋼材、ならびにその他の材料を用いなければならない。
- (2) コンクリートは、構造物の設計耐用期間中、要求性能を満足する力学特性、劣化や物質の透過に対する抵抗性等を有していなければならない。また、施工時の作業に適するワーカビリティを有していなければならない。
- (3) 省略

問1: (2)中に記述されている、コンクリートのワーカビリティについて説明せよ。

(2) [設計編:本編] 5章 材料 より

5.3.13 中性化速度係数

コンクリートの中性化速度係数の特性値は、実験あるいは既往のデータに基づいて定めることを原則とする。

問2: コンクリートの中性化速度係数について説明せよ。説明のための図を記述してもよい。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

(3) [施工編:施工標準] 14章 マスコンクリート より

14.1 一般

(1) セメントの水和熱に起因した温度応力が問題となる場合は、マスコンクリートとして取り扱い、その対策を十分に検討しなければならない。

以下、(2)、(3)は省略

問3: マスコンクリートとはどのようなコンクリートか、説明せよ。

問4: セメントの水和熱に起因した温度応力が問題となるのはどのような場合か、具体的に説明せよ。

問5: 対策として考えられる方法をいくつか示せ。

(4) [維持管理編:標準] 4章 劣化機構の推定 より

4.2 劣化機構の推定方法

(1) 劣化が顕在化していない場合の劣化機構の推定は、(i) 環境条件や使用条件等から決まる作用の調査結果、ならびに、(ii) 構造物の設計や施工の状態等の情報、を基に行うことを原則とする。ただし、維持管理区分 A が適用されている構造物においては、(i)、(ii) に加えて、(iii) 構造物内部の劣化指標に関する情報、を基に行うことを原則とする。

(2) 省略

問6 (1)の記述に対して、以下の表が参考として示されている。表中の「推定される劣化機構」の①～④にあてはまる劣化機構として最も適切なものを以下の中から適切に選べ。

解説表 環境、作用から推定される劣化機構

		推定される劣化機構
環境	海岸地域	(①)
	寒冷地域	(②) (①)
	温泉地域	(③)
作用	乾漆繰返し	(④) (①) (②)
	凍結防止剤使用	(①) (④)
	繰返し荷重	疲労
	二酸化炭素	中性化
	酸性水	(③)
	流水、車両等	すりへり

同一番号は、同一の劣化機構を表す。

選択する劣化機構 (凍害, 塩害, アルカリシリカ反応, 化学的侵食)

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題8】(計画学)

(1) パーソントリップ調査について以下の問いに答えよ。

- 1). 調査の目的について述べよ。
- 2). 調査内容についてどのような項目があるか述べよ。(5つ挙げよ)
- 3). 無作為抽出法の中で「系統抽出法」について説明せよ。
- 4). 調査時期としてよく行われている、①月、②曜日、を挙げ、また、③その理由を述べよ。

(2) 次の内容は正しいか間違いか(正・誤)を述べよ。

- 1). 4段階推定法の内、ゾーン間の分布交通量の推計で用いられる一般的な重カモデルは、2ゾーン間の時間距離が長くなると、他の説明変数の値が一定の場合は、推計される交通量が多くなる。
- 2). 4段階推定法の内、配分交通量の推定とは鉄道と自動車交通の交通量を推定することである。
- 3). 交通需要の減少や公共交通利用促進の効果が期待されている TOD (Transit Oriented Development) とは、一人一人のモビリティ(移動)が個人的にも社会的にも望ましい方向(過度の自動車利用から公共交通・自転車等を適切に利用する方向)へ自発的に変化することを促す、コミュニケーションを中心とした交通施策のことである。

(3) 道路の交通容量について以下の問いに答えよ。

- 1). 最大交通容量を速度 v 、交通量 q 、交通密度 k を使って説明せよ。 $(v = A - Bk$ と仮定せよ。 A, B はパラメータ)
- 2). 交通容量に影響を与えるものとして、①「道路要因」に起因するものと、②「交通要因」に起因するものがある。それぞれ要因を2つずつ挙げよ。
- 3). 「30番目時間交通量」とは何か説明せよ。

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(12点)

(a) 我が国におけるコンパクトシティ政策について説明せよ。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、地域地区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(18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。

(c) 市街地再開発事業について、制度の内容を説明せよ。また今後の都市管理における事業の活用策と効果について防災の観点から考えを述べよ。

(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、表明選好どちらに属するか理由も含め答えよ

(c) 費用便益分析の概要を説明せよ。なぜ政策決定に際し費用便益分析を実施する必要があるのか、政策決定者や財政当局者の観点から説明せよ。

(d) 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) 環境問題を解析・評価し、環境を制御・管理・創造するには、「環境システム工学的アプローチ」を適用するのが効果的であるとされている。

1) 環境システム工学的アプローチは、次の3つの段階を踏む。[1]～[5]の空欄を埋めなさい。

第1段階

環境問題の本質を明らかにする。対象の範囲、問題構造などを明確にする。つまり、[1]する。

第2段階

明確化された環境問題を定量的な数学モデルで記述する。つまり、[2]する。数理的手法を活用。

第3段階

制約条件下で環境問題の解決をできるだけ達成する方策を見出す[3]の過程である。その効用、または不効用を適切に計量化([4])する。[5]をどう決めるのかは、利害がからみ客観量で測ることができない多くの要因を含む。

2) 上記、第3段階の下線部の意味するところを、具体的に説明せよ。

(2) 環境政策に関する問題である。

1) 環境政策とは何かを簡潔に説明せよ。

2) 環境政策を5つ(①～⑤)挙げ、各々について簡潔に説明せよ。

3) 社会的費用とは何かを簡潔に説明せよ。

(3) 1990年以降、企業は公害を出さなければそれで良かったとしていた時代から持続可能性を実現することが企業も含め、全ての人間(個人、政府、企業)の責任となる時代へとシフトした。企業は、事業活動全体がもたらす環境負荷の削減に取り組み始めた。OECDによって拡大生産者責任(EPR)の概念が出されたのもこの時代である。

1) 拡大生産者責任(EPR)を英語で示しなさい。

2) 拡大生産者責任について、簡潔に説明せよ。

3) 企業の環境対応を促すための規制の導入として、ポータ仮説が知られている。ポータ仮説について、簡潔に説明せよ。

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) 下記の語句 [1], [2] について説明せよ。

[1] Fick's first law of diffusion

[2] Le Chatelier's principle

(2) 水質化学に関する以下の設問 [3]～[7] に答えなさい。

[3] 塩素ガス Cl_2 の残留性は極めて低いことから、水中における遊離塩素は次亜塩素酸 HOCl と次亜塩素酸イオン OCl^- と考えてよい。平衡濃度を大括弧 [] で表現するとき、 HOCl の解離反応(a)の酸性度定数 K_{HA} はどのような式で表されるか?



[4] 続いて、温度 298K における酸性度定数 K_{HA} が $10^{-7.5}$ とすると、平衡濃度 $[\text{HOCl}]$ が $[\text{OCl}^-]$ の 10 倍となる pH を求めよ。

[5] 酸性度定数 K_{HA} の意味に触れつつ、塩素殺菌を酸性側あるいはアルカリ側のどちらで行うべきかを理由とともに判定せよ。

[6] 塩素殺菌の問題点を三つ挙げよ。また、我国の浄水における消毒剤として塩素が利用される最も重要な理由を述べよ。

[7] 塩素殺菌による微生物の死滅速度は 1 次反応に従う。ある時間 t における微生物濃度を x とする。死滅速度定数 (反応速度定数) を k_d とすると、微生物濃度が初期濃度の 12.5% に減少するまでに要する時間 $t_{1/8}$ を求めよ。

(3) 環境工学に関して、下記の [8]～[13] に入る語句を解答欄に書きなさい。

- [8] は熱力学などで用いられる、等温等圧条件下で非膨張の仕事として取り出し可能なエネルギーを表す示量性状態量であり、等温等圧条件下では自発的に減少しようとする。即ち、その変化が負であれば化学反応は自発的に起こる。
- [9] とは、アンモニアを酸化して亜硝酸や硝酸を生ずる微生物による作用である。一方、窒素循環の最終段階である [10] とは、亜硝酸や硝酸といった窒素化合物を分子状窒素に還元して大気中へ放散させる微生物による作用である。
- 正常な活性汚泥では微生物の集合体が数 mm 程度の綿くず状となり、水中を漂う現象が観察される。これを [11] と称し、その性状は下水処理場など工学的な汚水浄化を行う施設では管理上重要なポイントとなる。
- [12] とは、大気圏を有する惑星の表面から発せられる [13] (電磁波により伝達されるエネルギー) が、大気圏外に届く前にその一部が大気中の物質に吸収されることで、そのエネルギーが大気圏より内側に滞留し、結果として大気圏内部の気温が上昇する現象である。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

問 題 冊 子
裏 面