

平成28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、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 に示すように、鉛直下向きに集中荷重が作用している構造の曲げモーメント図 (M 図) の概略図をそれぞれ描け.

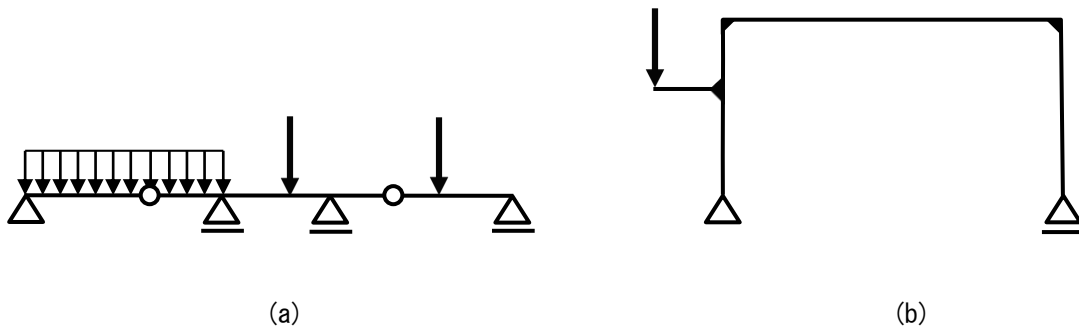


図 1

(2) 図 2 に示すように、単純支持されたトラス構造の節点 C に集中荷重 P が鉛直下向きに作用する場合について、以下の問に答えよ. なお、部材の長さは、すべて a であり、各部材の伸び剛性 EA は一定である.

- 1) 各部材の軸力を求めよ.
- 2) 仮想仕事の原理を用いて、鉛直下向き (集中荷重 P の方向) の節点 C の変位 δ_c を求めよ.

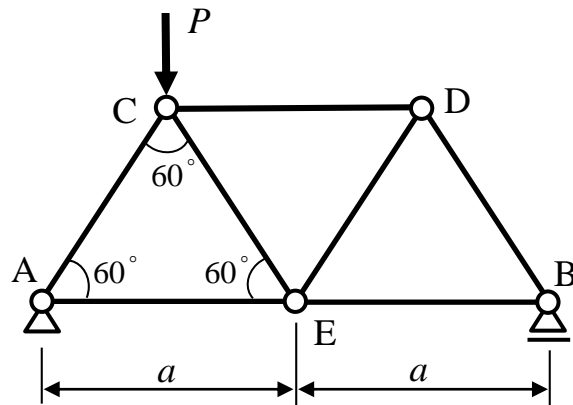


図 2

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 2】(構造力学)

(1) 図 1 に示すように、自由端 A に集中荷重 P が鉛直下向きに作用する長さ $2L$ の片持ちばり AB の中央点 C と、同一平面上に位置する長さ L の片持ちばり DE の自由端 D が長さ L の剛棒（伸び剛性：無限大）でピン結合されている構造について、以下の間に答えよ。なお、はり AB および DE の曲げ剛性は、全て EI で一定である。

- 1) 剛棒 CD に生じる伝達される力を X として、構造全体に蓄えられるひずみエネルギーを求めよ。
- 2) 最小仕事の原理を用いて、 X を求めよ。
- 3) 上記の結果を用いて、点 D の鉛直下向きの変位 δ_D を求めよ。

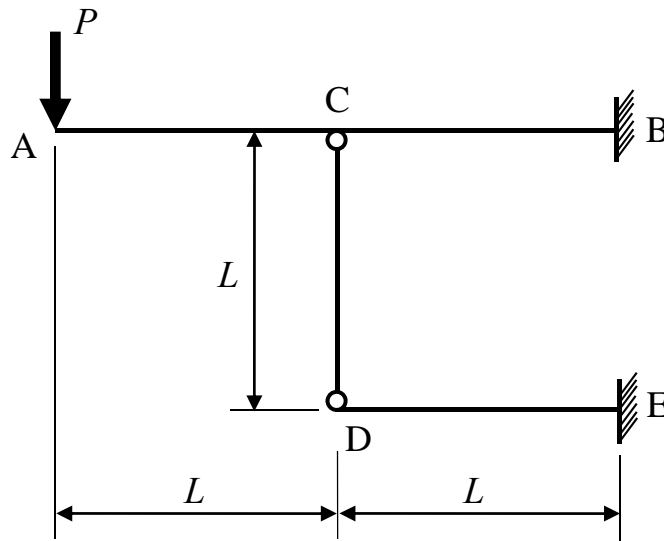


図 1

(2) 図 2 に示すように、左右対称の不静定トラスの節点 A に集中荷重 P が鉛直下向きに作用する場合について、以下の間に答えよ。なお、部材の長さは図中に示すとおりであり、各部材の伸び剛性 EA は一定である。

- 1) 部材 AB の軸力を不静定力 X として、各部材の軸力を、 X を用いて表わせ。
- 2) 弾性方程式または最小仕事の原理を用いて、不静定力 X を解き、各部材力を求めよ。
- 3) 上記の結果を用いて、節点 A の鉛直方向変位 δ_A を求めよ。上

上

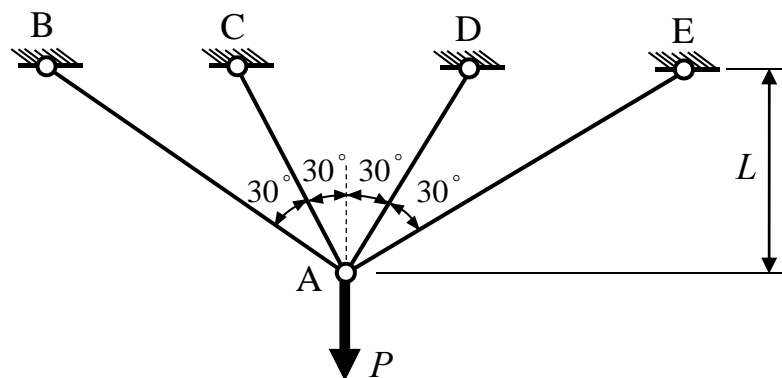


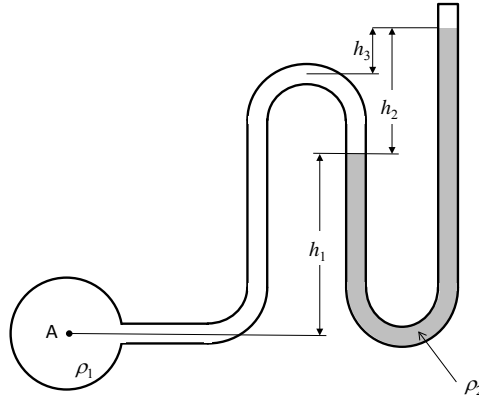
図 2

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

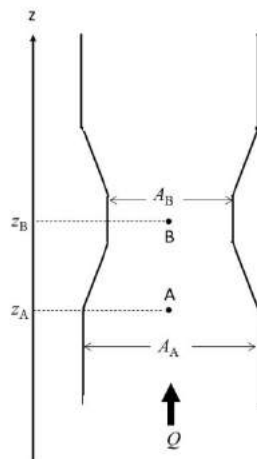
【問題 3】(水理学)

以下の問いに答えよ。

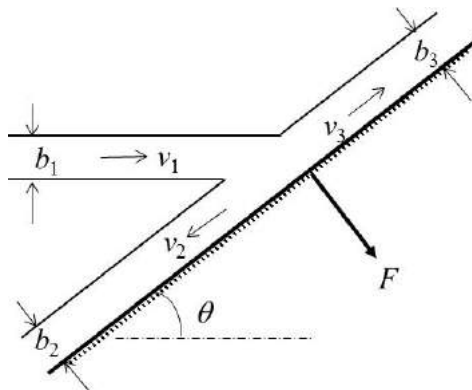
(1) 図に示す 2 液マノメータについて、点 A の圧力を求めよ。なお、マノメータの末端は大気中に出ているとし、重力加速度は g とする。大気圧は 0 とする。



(2) 図に示すベンチュリーメーターについて、円管内を流れる流量 Q を求めよ。なお、管は垂直に立っており、A, B 両点の高さはそれぞれ z_A, z_B 、圧力は p_A, p_B 、断面積が A_A, A_B であるとする。重力加速度は g とする。



(3) 図に示す水平に放出された厚さ b_1 の 2 次元噴流 (奥行き方向に一様な噴流) について、壁面に作用する単位奥行きあたりの力 F 、ならびに厚さ b_2 と b_3 を b_1, v_1, θ を用いて表せ。なお、重力加速度は g 、放出される水の密度を ρ とする。



計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

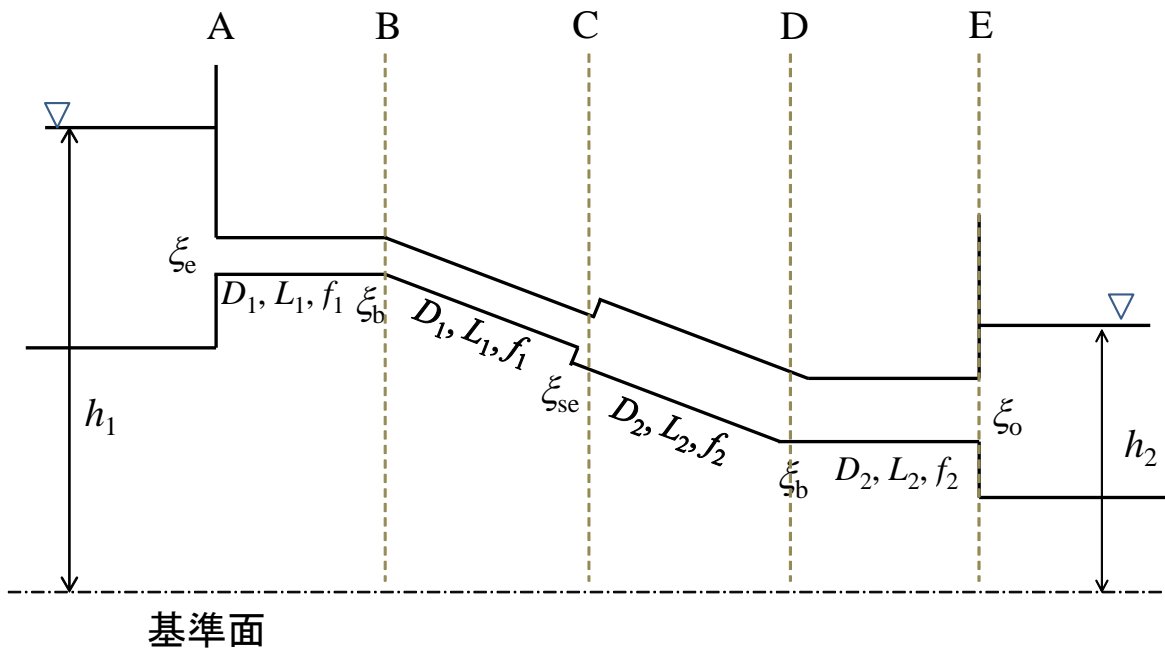
【問題 4】(水理学)

以下の問いに答えよ。

(1) 5 つの物理量 $X_1 \sim X_5$ が、下記のような次元 (LMT 系で表示) を持っている。このとき、これらの物理量の間に存在する関係を次元解析により求めよ。ただし、 X_1, X_2, X_3 がそれぞれ幾何学的物理量、運動学的物理量、流体特性量を表すものとして、バッキンガムの π 定理により求めよ。

$$X_1: [L], X_2: [LT^{-1}], X_3: [ML^{-3}], X_4: [L^2T^{-1}], X_5: [MT^{-2}L^{-1}]$$

(2) 図に示す 2 つの大きな貯水池 (水位は一定に保たれている) 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 ξ 、摩擦損失係数 f 、管路長 L 、管径 (直径) D は図に示すとおりである。また、管路を流れる流量は Q 、重力加速度は g 、流れる水の密度は ρ とする。このとき、A~E 地点の直上下流位置における全エネルギー (全水頭) E を解答用紙の表に記号で示せ。水頭は基準面からの高さで示すこと。また、解答用紙の図に、エネルギー線と動水勾配線の概形を示せ。



計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 5】（地盤力学）

図に示すように砂層、粘土層の互層地盤がある。以下の問いに答えよ。なお、図は解答用紙中に記されている。

- (1) 図 a に示すように飽和状態にある水平互層地盤内の鉛直方向の水の流れを考える。各層の上下面の全水頭は図 a のように表される。このとき、各層を流れる水の鉛直流量は等しくなければならない。水の流れがダルシー則に従うものとする、砂層 1 の単位面積当たりの鉛直方向の流量 q は、 h 、 h_1 、 H および透水係数 k_1 によって、 $q = \text{【①】}$ で与えられる。このことを踏まえ、互層地盤を流れる単位面積当たりの鉛直方向の水の流量 q を、 h 、 H および透水係数 k_1 、 k_2 によって表すと、 $q = \text{【②】}$ と導ける。
- (2) 図 a における互層地盤全体の鉛直方向の平均的な透水係数を k_v とする。この k_v は、 k_1 、 k_2 を使って、 $k_v = \text{【③】}$ と表される。また、この互層地盤における水平方向の平均的な透水係数 k_h は、各層の動水勾配が等しいことを用いて導かれ、結果として、透水係数 k_1 、 k_2 によって $k_h = \text{【④】}$ と求まる。
- (3) 図 b の互層地盤の表層に一次元的に新しく上載圧 Δp が加わるとする。砂層は非圧縮層であり、排水層でもある。粘土層は圧縮層（圧密層）で正規圧密の状態にあると仮定する。 Δp が加わることで、図中の A 点で代表される粘土層の有効応力（土かぶり圧）が p_0 から p_1 に増加し、その結果として間隙比は載荷前の初期間隙比 e_0 から最終的な間隙比 e_1 まで変化したとする。粘土層の最終の圧密沈下量 S は、土の二相構造を考えることで、 H 、 e_0 と e_1 によって、 $S = \text{【⑤】}$ と求まる。次いで、この粘土層の圧縮指数 C_c は、定義から p_0 、 p_1 、 e_0 、 e_1 によって、 $C_c = \text{【⑥】}$ となる。また、この粘土層の最終の圧密沈下量 S を C_c を使って予測する場合には、 $S = \text{【⑦】}$ の関係式を用いることになる。さらに、最終の圧密沈下量を求める方法として、体積圧縮係数 m_v を利用する場合もしばしばある。この場合、 $S = m_v H \Delta p$ の関係式が用いられる。
- (4) 図 c の砂層と粘土層からなる互層地盤を考える。砂層では間隙比 $e_0 = 0.5$ 、比重 $G_s = 2.5$ であり、粘土層では $e_0 = 2.0$ 、 $G_s = 2.5$ である。このとき、上載圧 Δp が加わる前の粘土層の中心面 A における有効土被り圧 p_0 は、水の単位体積重量 γ_w と H のみの関数として、 $p_0 = \text{【⑧】}$ と表される。次に、上載圧 $\Delta p = p_0$ の載荷圧が地表面に加わり、その結果、粘土層の最終の圧密沈下量 S が 50cm であったとすると、この粘土層の層厚 H は 【⑨】 m となる。ただし、粘土層の圧縮指数 $C_c = 1.0$ として計算せよ。また、必要であれば、 $\log 2 = 0.3$ の関係を利用せよ。最後に最終の圧密沈下量の半分の沈下量に達する日数を求めよ 【⑩】 。ただし、圧密係数 $c_v = 2.5 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{日}$ である。また、圧密度 U と時間係数 T_v の関係を表にまとめている。必要であれば、利用せよ。

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) ある土を採取して、体積 50cm^3 に成形し質量を計測したところ 82.5g であった。この土を炉乾燥したところ、質量が 62.5g となった。水と土粒子の密度をそれぞれ 1.0g/cm^3 と 2.5g/cm^3 として、この土の湿潤密度 $[\text{g/cm}^3]$ 、乾燥密度 $[\text{g/cm}^3]$ 、含水比 $[\%]$ 、間隙比および飽和度 $[\%]$ を計算しなさい。

(2) 図 I のような自然堆積地盤がある。地表面から深さ 10m の点 A に作用する水圧、鉛直方向の全応力と有効応力、水平方向の全応力と有効応力を計算しなさい。ただし、地盤の湿潤単位体積重量 $\gamma=18[\text{kN/m}^3]$ 、飽和単位体積重量 $\gamma_{\text{sat}}=20[\text{kN/m}^3]$ 、水の単位体積重量 $\gamma_w=10[\text{kN/m}^3]$ 、静止土圧係数 $K_0=0.5$ を用いて計算する。

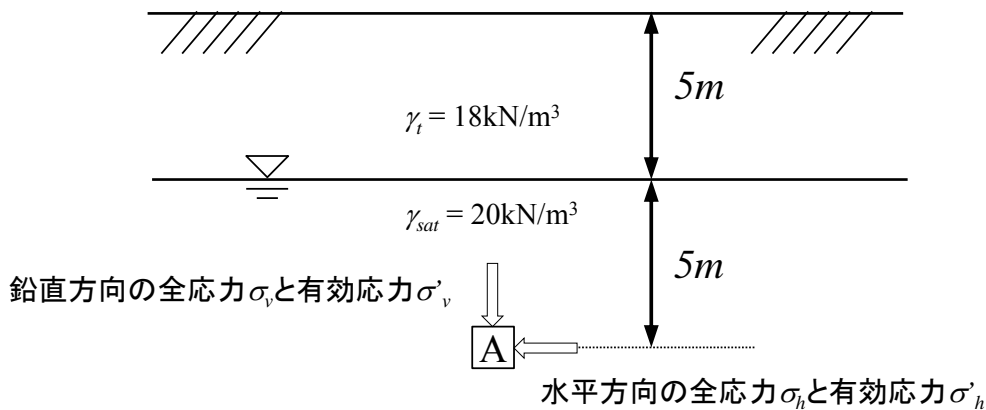


図 I

(3) 図 I の点 A の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。三軸試験では拘束圧 σ_3 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 σ_1 を増加させて圧縮試験を行った。表 I に示す三軸圧縮試験の結果を用いて、以下の問いに答えよ。

表 I

供試体 No.	No.1	No.2
初期の拘束圧 σ_3 $[\text{kN/m}^2]$	100	300
破壊時の鉛直応力 σ_1 $[\text{kN/m}^2]$	200	600
破壊時の過剰間隙水圧 Δu $[\text{kN/m}^2]$	50	150

- 二つの供試体の破壊時における有効拘束圧 σ'_3 と有効鉛直応力 σ'_1 を求めよ。
- 二つの供試体の破壊時におけるモールの応力円を解答用紙に図示しなさい。
- 粘着力 c とせん断抵抗角 ϕ を求めよ。また、供試体に破壊が生じたときに、供試体に生じる破壊面の角度 α [水平面を基準とした場合] を計算せよ。
- 新たに図 I の点 A の深さから供試体を 1 本切り出し、初期の拘束圧 $\sigma_3 = 200$ $[\text{kN/m}^2]$ で実験を行った場合、破壊時の鉛直応力 σ_1 と破壊時の過剰間隙水圧 Δu を求めよ。

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) セメントに関する次の文章について、空欄ア～エに当てはまる語句を解答欄に書きなさい。

セメントの主な原料は、ア、粘土、けい石などである。日本で最も多く生産されているセメントは、イセメントである。
セメントは水と接触するとウ反応を生じ、徐々に硬化していく。セメントを湿気の多い大気中に放置しておくとエしてしまう。

- (2) AE 剤や AE 減水剤によってコンクリートに導入される微細な空気泡を、エントレインドエアと呼ぶ。エントレインドエアをコンクリート中に導入する目的を2つ解答欄に書きなさい。
- (3) 次の①～④の語句のうち、コンクリート用混和材であるフライアッシュと最も関係性の低いものを1つ選び、解答欄に書きなさい。
- ① 未燃炭素
 - ② ポゾラン反応
 - ③ 潜在水硬性
 - ④ 活性度指数
- (4) ある細骨材のふるい分け試験が下表の結果となった。この細骨材の粗粒率を求め、解答欄に書きなさい。

ふるいの呼び名 (mm)	各ふるいに留まるものの質量百分率 (%)
10	0
5	5
2.5	12
1.2	26
0.6	68
0.3	92
0.15	99
0.075	100
受皿	100

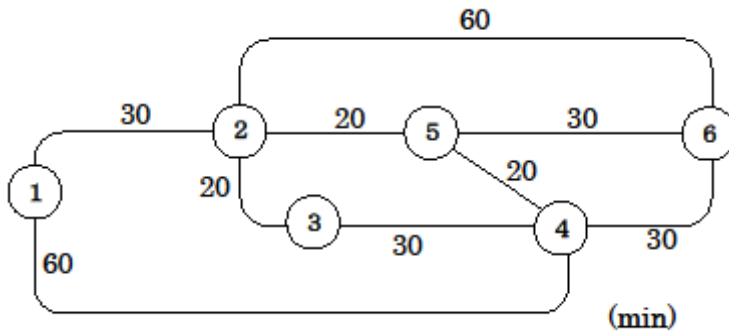
- (5) フレッシュコンクリートに関する次の①～③の文章が表す語句を、解答欄に書きなさい。
- ① 材料分離を生じること無く、打込み、締固め等の作業が容易にできるかどうかを表す性質。
 - ② セメントや骨材よりも密度の小さい水がコンクリート表面に上昇してくる現象。
 - ③ 仕上げを終えたコンクリートに、適当な温度と湿度を与え、保護する作業。

- (6) コンクリートの配合に関する次の①～④の記述のうち、誤っているものを1つ選びなさい。また、誤っている箇所が正しくなるよう修正しなさい。
- ① 単位水量の多い配合のコンクリートほど、材料分離が生じやすい。
 - ② 実積率の小さい粗骨材ほど、同一スランプを得るための単位水量は小さくなる。
 - ③ 細骨材率とは、骨材全体の体積に占める細骨材の体積の割合である。
 - ④ 骨材が表面水を有する場合は、単位水量から表面水量を差し引く。
- (7) コンクリートの耐久性に関する次の①～⑥の記述のうち、誤っているものを全て選び、解答欄に書きなさい。
- ① 水セメント比が大きいコンクリートは、水セメント比の小さいコンクリートよりも中性化速度が大きい。
 - ② 中性化深さの測定では、フェノールフタレイン溶液を噴霧して無色となる深さを測定する。
 - ③ 塩害によって鉄筋が腐食した場合、生じた錆の体積はもとの鋼材より小さくなる。
 - ④ 塩害は、海岸沿いの構造物だけでなく、凍結防止剤が散布される山間部の橋梁でも起こることがある。
 - ⑤ アルカリシリカ反応(ASR)により鉄筋コンクリート柱にひび割れが生じる場合、部材軸に対して直角方向のひび割れが顕著となる。
 - ⑥ フライアッシュの混和率が高いほど、ASR による膨張量が大きくなる。
- (8) 鉄筋コンクリートの「かぶり」には主に3つの役割がある。1つは鉄筋の腐食を防ぐことである。それ以外の2つの役割を解答欄に書きなさい。
- (9) 幅 a 、有効高さ $2a$ を有する単鉄筋長方形断面(鉄筋の断面積 A_s 、ヤング係数比 n)が、曲げモーメント M を受けて使用状態にある。次の 1) および 2) の設問に答えなさい。なお、求め方も示すこと。解答欄のスペースが不足する場合は、同じページの余白に記入すること。
- 1) 中立軸高さ x を、 a, n, A_s を用いて表しなさい。
 - 2) コンクリートの圧縮縁の応力度 σ'_c 、および鉄筋の応力度 σ_s を、 a, n, x, A_s, M の中から必要なものを用いて表しなさい。

計算用紙（問題冊子からはずさないこと）

【問題 8】(計画学)

- (1) トリップ、代表交通手段について説明せよ。
- (2) 4段階推定法の内、分布交通量予測、配分交通量予測について知っていることを述べよ。
- (3) 以下に示すネットワークのうち①から⑥への最短経路（全てのノードを通る必要はない）と所要時間を求めよ。



- (3) 次の用語を説明せよ。
①パークアンドライド、②ロードプライシング

【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)我が国におけるコンパクトシティについて、国土交通省による政策的推進および実際に実施中の自治体の例を念頭に、

(a1)国交省による政策の概要(法律等)、

(a2)コンパクトシティが目指す都市の姿、

(a3)実施中の自治体の事例を説明せよ。

(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考えられる事項を記述せよ。

(2)都市計画制度について

(2.a)土地区画整理について、制度の内容を説明すると共に、市街地の拡大期において都市整備にどのように役立ってきたかを説明せよ。

(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。両者に共通する目的や概要を記述し、さらに両者の相違について解答用紙の表を埋めよ。

(3)事業評価について

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「代替案」に対して、事業者以外の視点から環境影響評価や事業評価等を行うものであった。一方、近年、事業者以外の視点を「代替案」が単一に絞り込まれる前に反映する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、

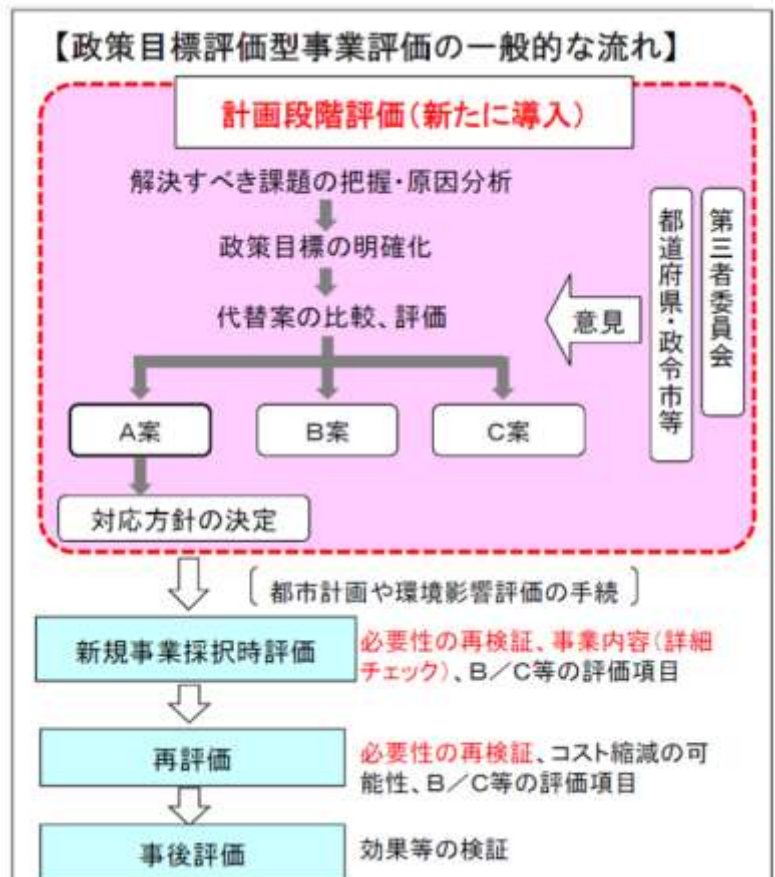
(a) 「計画段階評価」で用いられる「複数代替案」と従来の単一に絞り込まれた「代替案」について、

(a1)高度成長期には単一に絞り込まれた「代替案」が使用することがそれなりに合理的であったが、その理由を説明せよ。

(a2)近年では計画の柔軟性を踏まえて「複数代替案」が用いられるようになってきたが、その理由を時代背景を踏まえて説明せよ。

(b) 一つに絞り込まれた「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法それぞれの概要(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) 自然生態系の仕組みに関する問題である。
- (a) 生態系 (ecosystem) を構成する 3 つの要素について説明せよ。
 - (b) 生態系においては、食物連鎖によって生命活動が支えられている。それ故に、重金属や難分解性の化学物質が生物体に取り込まれるとどのような問題が生じるかを「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」についても触れながら述べよ。
 - (c) 窒素の循環について説明せよ。その中で、独立栄養者 (autotrophs)、従属栄養者 (heterotrophs) の用語を用いよ。
- (2) 消費生活に伴う間接負荷に関する問題である。
- (a) 間接負荷を明らかにする手法に LCA (Life Cycle Assessment) がある。LCA の基本的考え方について述べよ。
 - (b) LCA の他に、間接負荷を意味するものとして、物質フローにおける隠れたフロー (hidden flow) とエコロジカル・フットプリント (ecological footprint) が挙げられる。それぞれについて解説せよ。
- (3) 地球温暖化対策の国際交渉に関する問題である。
- (a) 京都議定書 (Kyoto protocol) とは、1992 年 12 月京都で開催された COP3 で採択された気候変動枠組条約の議定書である。COP3 で決められた合意内容を述べよ。
 - (b) 2015 年 11 月、パリで COP21 が開催されるが、これまでの国際交渉をめぐる経緯について述べよ。
 - (c) 京都メカニズムとは、地球温室効果ガス削減数値目標の達成を容易にするためのメカニズムである。その一つ、クリーン開発メカニズム (CDM) について解説せよ。

【問題 11】(環境システム工学)

(1) 上水道工学に関する問題(a)、(b)について解答せよ。

(a) 浄水処理における塩素は、通常、滅菌(消毒)の目的でろ過後に注入されるが、ろ過以前の処理過程で前塩素として注入される場合もある。この前塩素処理の目的について述べよ。

(b) 緩速ろ過方式では原則、前塩素処理は行われない。その理由について述べよ。

(2) 下水処理において、活性汚泥法と比較して散水ろ床法が優れている点(長所)を2つ、また優れていない点(短所)を2つ記述せよ。

(3) 赤潮発生の誘発要因と富栄養化の防止対策について述べよ。

(4) ヘンリー(Henry)の法則とはどのような法則か説明せよ。

(5) 上水道工学(a)および下水道工学(b)に関する下記の語句について説明せよ。

(a) coagulation (b) SVI(sludge volume index)

問 題 冊 子
裏 面