

専 門 科 目

建設工学

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は11ページ、解答用紙は6ページあります。試験開始の合図があつてから確かめなさい。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の各ページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 受験生は問題1～6の6題の中から3題を選択し解答しなさい。なお、選択した問題を明らかにするため、解答用紙の問題選択欄に必ず○を記入しなさい。**
- 5 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 6 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。
- 7 問題用紙の余白は下書きとして利用してよい。
- 8 試験終了後、配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

問題用紙

(建設工学)

問題 1 【水理学 その 1】

問 1 図 1 のように、 x - y 平面上に板が垂直に設置されている。いま、その板に対して θ の角度で、大気中を水流が高速で衝突しており、衝突後に水流は断面 1 および断面 2 の 2 方向へ分離している様子を平面上から見た図である。ここでは、衝突前の断面 0 の場所での水流の流速および流量を、それぞれ v_0 および Q_0 、断面 1 での流速および流量を v_1 および Q_1 、断面 2 での流速および流量を v_2 および Q_2 とする。ここで、水の密度を ρ 、重力加速度を g とし、エネルギー損失は無視する。

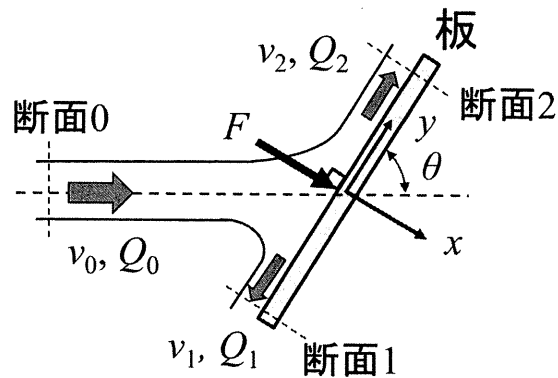


図 1

- (1) 断面 0 および断面 1, 断面 2 における流量の連続式を示しなさい。
- (2) 断面 0 および断面 1, 断面 2 におけるベルヌーイの式を示し, v_0 , v_1 , v_2 の関係を示しなさい。
- (3) x 方向および y 方向の運動量の式を示しなさい。
- (4) Q_1 および Q_2 を, Q_0 を用いて示しなさい。
- (5) 水流が板の面に垂直に及ぼす力 F を, Q_0 および v_0 を用いて示しなさい。

問題用紙

(建設工学)

問題 1 【水理学 その 2】

問 2 一様な形状の円管路へ送水をする。この円管路の直径は D 、長さは l であり、管路を流下するのに伴い h のエネルギー損失が発生する。このときの円管路内を流れる流量 Q を求めなさい。ここで、マンニングの粗度係数を n 、円周率を π とする。

問 3 フルード数 Fr に関する次の記述は正しいか誤りか。正しいものには○、誤りのものには×を記入しなさい。

- (1) $Fr > 1$ の流れの状態のときの流れの状態を射流という。
- (2) $Fr = 1$ の流れの状態のときの水深を等流水深という。
- (3) $Fr = 1$ の流れの状態のとき、比エネルギーを一定とした場合、単位幅流量は最小となる。
- (4) $Fr = 1$ の流れの状態のとき、流量を一定とした場合、比エネルギーは最小となる。
- (5) 等流水深は水路勾配によって変化しないが、限界水深は水路勾配によって変化する。

問 4 粘性を考慮した管路内の流れで、レイノルズ数に関する次の問いについて () の空白に該当する用語を答えなさい。

- (1) この流れの状態の流体は () 流体である。
- (2) 粘性や摩擦を考慮しない仮想的な流体は () 流体である。
- (3) レイノルズ数は、物理的には () 力と粘性力の比を示している。
- (4) レイノルズ数が小さいときには、() 流状態となる。

問題用紙

(建設工学)

問題2【地盤工学】

問1 図1のような締切堤体内の流れを考える。流れは定常状態にあり、上流側と下流側の水位はそれぞれ H_1 と H_2 に保たれており、堤体の透水係数は k である。

- (1) ダルシーの法則を、見かけの流速 v 、透水係数 k 、動水勾配 i を用いて示しなさい。
- (2) 堤体内の動水勾配が $-dz/dx$ と表せるとする。堤体の単位奥行き幅当たりの流量 Q を、動水勾配等を用いて表しなさい。
- (3) (2)で得られた微分方程式を境界条件を考慮して解くことにより、流量 Q を B 、 H_1 、 H_2 、 k を用いて表しなさい。

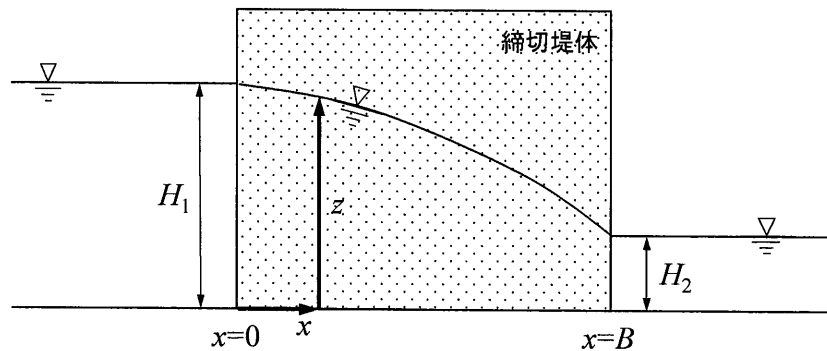


図1 締切堤体内の流れ

問2 一定断面積の容器内で粘土試料が鉛直方向に 500 kPa の応力で圧密されている。これを状態 A とする。次に鉛直応力がある値に下げられた時を状態 B とする。この状態 B から鉛直応力が 400 kPa に上げられた時を状態 C とする。なお、それぞれの状態において圧密による体積変化は終了しているものとする。以下の問題に答えなさい。

- (1) 状態 A における鉛直応力は、この粘土試料が過去に受けた最大の応力であった。この場合の応力を何というか。
- (2) 状態 B では過圧密比が 2 であった。鉛直応力の値を求めなさい。
- (3) 状態 C の粘土試料を正規圧密状態にするには、さらに何 kPa 以上の鉛直応力を加える必要があるか。

問3 ランキン土圧とクーロン土圧では、それぞれ、擁壁背後の土（裏込め土）の破壊の状態をどのように考えているか、説明しなさい。

問題用紙

(建設工学)

問題3【構造工学 その1】

問1 図1に示す構造に、鉛直荷重 P が点 B に作用している。点 A と点 D はピン支持、点 C はピン結合されている。このとき、点 A と点 D の鉛直反力 R_A, R_D と水平反力 H_A, H_D を求めなさい。ただし、反力の符号は図1に示す方向を正とする。

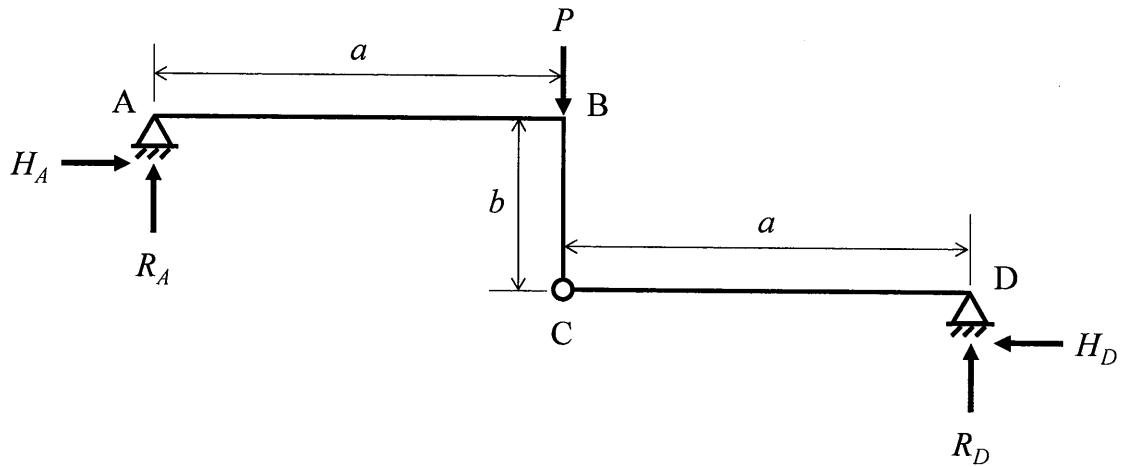


図1

問2 図2に示すトラス構造の支間中央の点 C に、鉛直荷重 P が作用している。点 A はピン支持、点 B はローラー支持である。このとき、図2で記号 U, D, V, L と付いた各部材の軸力 N_U, N_D, N_V, N_L を求めなさい。ただし、軸力の符号は引張を正とする。

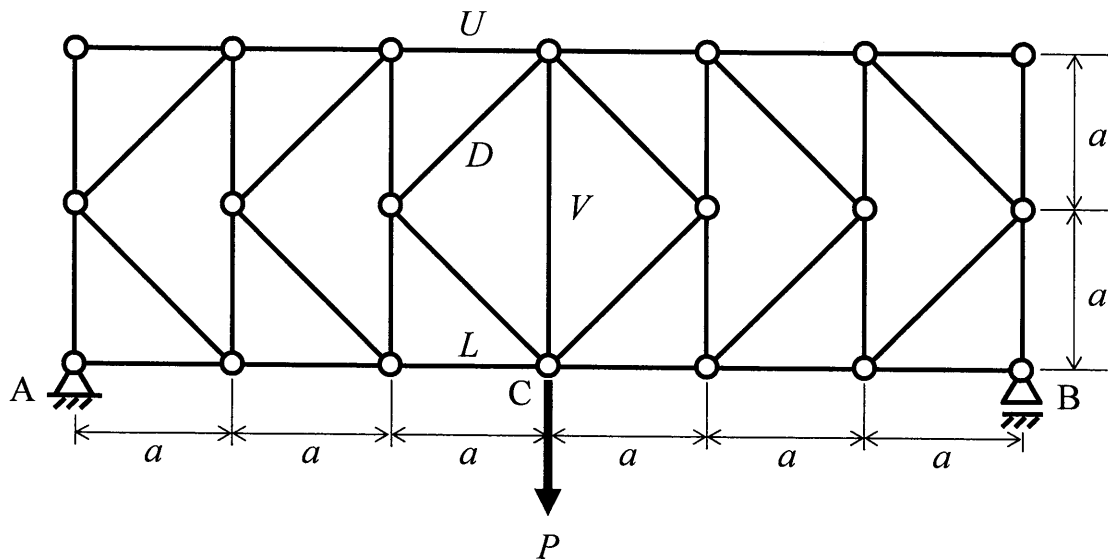


図2

問題用紙

(建設工学)

問題3【構造工学 その2】

問3 図3に示す張り出し梁の点Cに、鉛直下向きの荷重 P が作用している。点Aはピン支持、点Bはローラー支持である。このとき、点Aのたわみ角 θ_A と点Cのたわみ v_c を求めなさい。ただし、梁の曲げ剛性は全長で EI とし、たわみは下向きを正、たわみ角は時計回りを正とする。

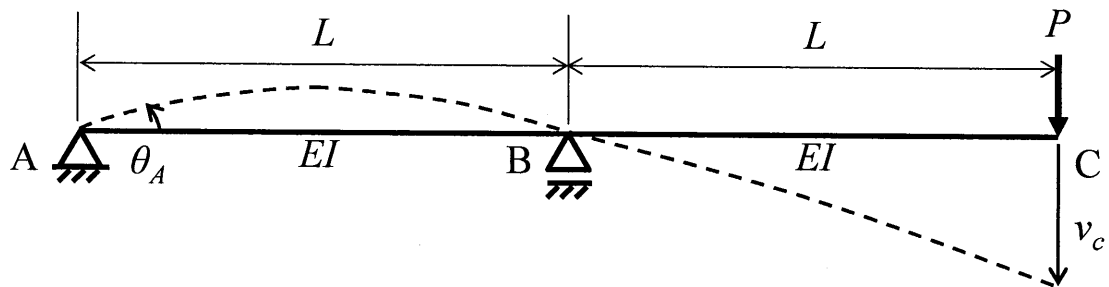


図3

問題用紙

(建設工学)

問題4【コンクリート工学 その1】

問1 以下の(1)～(3)の問題の答えを記号A～Dから選びなさい。

(1)コンクリートのひび割れに関する次の記述のうち不適切なものを1つ選びなさい。

- A 温度ひび割れの対策として、単位セメント量の低減は有効である。
- B 温度ひび割れは、コンクリートの温度上昇または温度低下が原因で発生する。
- C 沈下ひび割れは、ブリーディング水による骨材の体積変化が原因で発生する。
- D プラスチック収縮ひび割れはコンクリート表面の急激な乾燥が原因で発生する。

(2)コンクリート構造物の耐久性に関する記述のうち不適切なものを1つ選びなさい。

- A コンクリート中の空気量を一定以上とすることで、凍結融解作用の抵抗性およびコンクリートの圧縮強度を増加させることができる。
- B コンクリート構造物の塩害は、内陸部（海岸から10km以上）でも発生する。
- C コンクリート構造物の塩害は、コンクリート中に塩化物イオンが浸入することで内部鉄筋が腐食しやすくなることで生じる。
- D 水密性の高いコンクリートを使用することは、コンクリート構造物の塩害対策の一つとなる。

(3)コンクリートの力学的性質に関する次の記述のうち適切なものを1つ選びなさい。

- A コンクリートの圧縮強度は空気量1%あたり4～6%程度減少する。
- B コンクリートの引張強度は一般的に直接引張試験方法によって求められている。
- C コンクリートの圧縮強度は、圧縮試験に用いる供試体の形状が異なっても同様のコンクリートであれば変化しないことが知られている。
- D コンクリートの圧縮強度は材齢28日以降では増加しないことが一般的である。

問2 表1に示すコンクリートの計画配合（1m³の配合）の空欄①に入るべき数値を解答用紙に記入しなさい。水の密度は1.0g/cm³，セメントの密度は3.16g/cm³，細骨材の密度は2.63g/cm³，粗骨材の密度は2.65g/cm³とする。

表1 計画配合

水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
45	6	43	162	360	①	1003

この計画配合のコンクリートを、実験室のミキサで45L（リットル）練る場合に、表2の空欄②～④の水、セメント、粗骨材の計量値を解答用紙に記入しなさい。実験に使用する細骨材の表面水率は3.0%、粗骨材の表面水率は1.0%であり、現場配合のための補正は表面水量のみとする。

表2 45L（リットル）の現場配合

水の計量値 (kg)	セメントの計量値 (kg)	粗骨材の計量値 (kg)
②	③	④

問題用紙

(建設工学)

問題4【コンクリート工学 その2】

問3 図1の鉄筋コンクリートはりの載荷試験を行う。鉄筋の断面積は 2000 mm^2 , コンクリートの曲げひび割れ強度 f_b は 5.0 N/mm^2 , コンクリートの圧縮強度 f_c は 35 N/mm^2 , 鉄筋の降伏強度 f_y は 400 N/mm^2 である。以下の (1) ~ (5) に答えなさい。コンクリートの応力-ひずみ関係は図2とする。

- (1) 曲げひび割れ発生前の荷重作用位置におけるはり断面の中立軸の位置（上縁からの距離）を答えなさい（単位も記入すること）。
- (2) 曲げひび割れが発生するときの荷重を答えなさい（単位も記入すること）。
- (3) 荷重を徐々に増加させてゆくと鉄筋が降伏し、上部のコンクリートが圧縮破壊した。破壊時における荷重作用断面の中立軸の位置（上縁からの距離）を答えなさい（単位も記入すること）。
- (4) 荷重を徐々に増加させてゆくと鉄筋が降伏し、上部のコンクリートが圧縮破壊した。破壊時の荷重を答えなさい（単位も記入すること）。
- (5) 鉄筋コンクリートはりの鉄筋の断面積を 2000 mm^2 から 1000 mm^2 に変更した場合の破壊時の荷重について、最も適切なものを A ~ E から選びなさい。

- A 破壊時の荷重は、鉄筋の断面積の変更前の 5.0 倍程度となる。
- B 破壊時の荷重は、鉄筋の断面積の変更前の 3.0 倍程度となる。
- C 破壊時の荷重は、鉄筋の断面積の変更前の 2.0 倍程度となる。
- D 破壊時の荷重は、鉄筋の断面積の変更前の 1/2 倍程度となる。
- E 破壊時の荷重は、鉄筋の断面積の変更前の 1/5 倍程度となる。

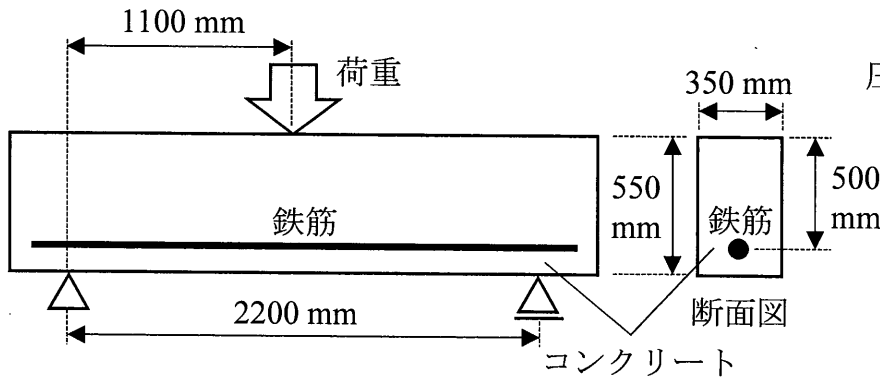


図1 鉄筋コンクリートはり

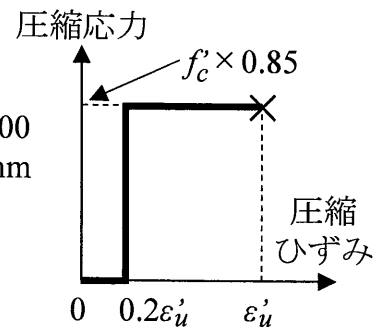


図2 応力-ひずみ関係

問題用紙

(建設工学)

問題 5 【地域計画学 その1】

問 1 以下の(1)～(5)は、日本の国土計画及び都市計画制度に関する説明文である。

(1)～(5)の説明文中にある(i)～(x)にあてはまる最も適切な語句を、以下の枠内から選択して解答欄に記載しなさい。ただし、(i)～(x)のうち語句ではなく数字を記載すべき場合は、適切な数字を解答欄に記載しなさい。

限定的、新産業都市建設促進、サステナブル型、21世紀の国土のグランドデザイン、定住圏構想、宅地、整備新幹線、労働者住宅、用途地域、公共交通、国土形成計画、都市公園事業、特別用途地区、市街化区域、効率的、保全区域、国土総合開発、持続的、日本住宅公団、機能的、人口集中地区(DID)、コンパクト+ネットワーク、合理的、土地利用、インフラデザイン、土地区画整理事業、弾力的、政策誘導、市街地開発事業、拠点、計画的、国土利用計画、立地適正化計画、市街化促進区域、創造的、大規模プロジェクト、SDGs、都市計画マスタープラン、地域防災、位置指定道路、多極分散型、優先的

- (1) 1962年に閣議決定された全国総合開発計画(一全総)の開発方式である(i)_____開発方式は、工業の分散などを図ることにより、一全総の基本目標である「地域間の均衡ある発展」の達成を図るための開発方式のことである。
- (2) 1998年に閣議決定された「21世紀の国土のグランドデザイン」が最後の全国総合開発計画となる。その後、全国総合開発計画の根拠法である(ii)_____法は、2005年に抜本改正された国土形成計画法に引き継がれ、同法を根拠法とする(iii)_____が全国計画として2008年に閣議決定された。
- (3) 2015年に閣議決定された新(iii)_____では、対流促進型国土の形成を基本目標とし、重層的かつ強靱な「(iv)_____」の国土構造、地域構造の形成を進めていくことにより、人口減少や高齢化、災害などの様々な課題に適応した国土政策の重要性を言及している。
- (4) 1968年に公布された都市計画法で定める「区域区分」とは、同法で指定する都市計画区域を(v)_____と、市街化を抑制すべき市街化調整区域に区分する土地利用制度である。(v)_____は、すでに市街地を形成している区域及びおおむね(vi)_____年以内に(vii)_____かつ(viii)_____に市街化を図るべき区域と都市計画法で定められている。
- (5) 1968年に公布された都市計画法で定める「都市計画」とは、都市の健全な発展と秩序ある整備を図るための(ix)_____、都市施設の整備及び(x)_____に関する計画で、同法の第2章の規定に従い定められたものをいう。

問題用紙

(建設工学)

問題 5 【地域計画学 その2】

問 2 途中で車両の出入りが無い道路区間において、継続的に交通流を観測したところ、空間平均速度 v と交通密度 k の間に以下の関係があることが分かった。

$$v = v_f - a \cdot k$$

ここで、 v_f は自由走行速度、 a は正の定数を表す。この道路区間の交通流特性に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 交通流率 q と交通密度 k 、空間平均速度 v の間で常に成立する交通量保存則を、 q 、 k 、 v を用いて示しなさい。
- (2) この道路区間における q と k の関係式を示しなさい。
- (3) この道路区間における臨界交通密度を示しなさい。

問 3 交通計画に関して、以下の問いに答えなさい。

- (1) 高速道路のサグ部とはどのような構造を有する箇所か説明しなさい。また、サグ部における渋滞発生メカニズムを説明しなさい。
- (2) 交通需要マネジメント (TDM) の概要と具体例を説明しなさい。

問題用紙

(建設工学)

問題6【環境工学 その1】

問1 次の(1)から(5)までの問いに答えなさい。

- (1) 再生可能エネルギーとは、エネルギー源として永続的に利用することができるものから得られるエネルギーである。得られるエネルギーが再生可能エネルギーではない発電方式を下の枠内から一つ選びなさい。

風力発電, 太陽光発電, バイオマス発電, 地熱発電, 原子力発電

- (2) 次の文章中の A に入る適切な語句を答えなさい。

生活の近代化とともに大量生産、大量消費、大量廃棄型の社会システムとなり、廃棄物の大量発生が問題となってきた。日本では (A) 型社会構築を目指し、廃棄物の発生抑制 (リデュース)、再使用 (リユース)、リサイクルの 3R を進めてきた結果、近年国内で排出される一般廃棄物量は減少傾向にある。

- (3) 人間活動の拡大に伴って温室効果ガスが大量に排出され、地球温暖化が問題となっている。下の枠内の物質のうち、温室効果ガスを3つ選び、1分子当たりの温室効果が高い順に左から並べて答えなさい。

二酸化炭素 (CO₂) , メタン (CH₄) , 窒素 (N₂) , 一酸化二窒素 (N₂O)

- (4) 1 mol のプロパン (C₃H₈) が完全燃焼するとき、消費される酸素は何 mol か答えなさい。
- (5) 雨水は、大気中の二酸化炭素が溶け込むことにより pH 5.6 前後を示すことから、pH 5.6 以下の雨は酸性雨と言われている。いま、雨水 1 L を 0.01 mol/L の水酸化ナトリウムで中和した際に 1 mL 要した。このとき、雨水の pH を求めなさい。

問2 以下の用語について、それぞれ 100 字以内で説明しなさい。

(1) 生物濃縮

(2) SDGs

(3) 嫌気性消化

問題用紙

(建設工学)

問題6【環境工学 その2】

問3 次の文章と下図を見て、以下の問いに答えなさい。

ア)地球上には約 14 億 km^3 の水が存在している。そのうち淡水は 3500 万 km^3 で地球上の全水量の 2.5 % に過ぎない。このわずかな淡水も 70 % は雪氷中にあり、地下水、河川や湖沼として存在する割合は全淡水量の 30 % である。これに対して、イ)我が国の 2020 年の水使用量 (取水量ベース) は、約 800 億 m^3 / 年であり、(A) と (B) の合計である都市用水が約 255 億 m^3 / 年、(C) が約 535 億 m^3 / 年である。水の使用量は 1975 年以降増加してきたが、社会・経済状況等を反映して 1995 年以降は緩やかに減少し、近年はほぼ横ばい傾向にある。

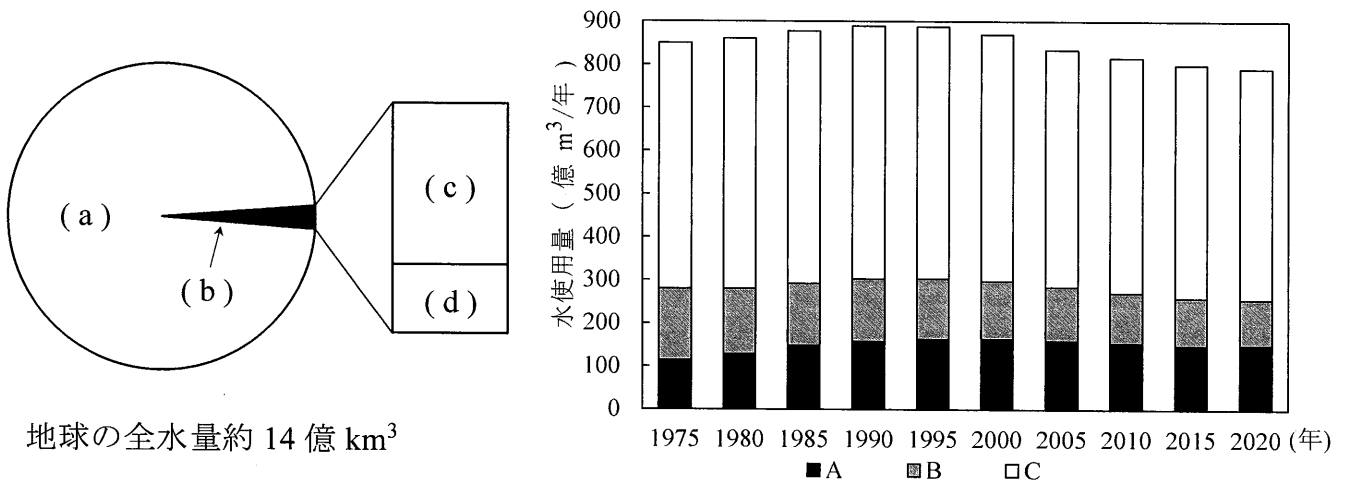


図1 地球上の水の存在割合

図2 全国の水使用量

(図1および図2は国土交通省「令和3年版日本の水資源の現況」を基に作成)

- (1) 下線ア)について、図1の中で地球上にある淡水のうち、地下水、河川や湖沼に存在する割合を示した箇所はどこか、(a)～(d)の記号で答えなさい。また、その量は何 km^3 か。有効数字2桁で答えなさい。
- (2) 下線イ)および図2は1975年から2020年までの国内の水使用量とその用途を表している。(A)～(C)が工業用水、生活用水、農業用水のどれに当てはまるかをそれぞれ答えなさい。