

広島大学大学院工学研究科（博士課程前期）一般選抜
社会基盤環境工学専攻 試験科目：社会基盤環境工学
模 擬 問 題

専門科目Ⅰ

小論文（「土木工学分野に関連するデータ分析ならびに考察」、「技術者倫理」）

Graduate School of Engineering (Master's Programs)

General Selection

Civil and Environmental Engineering

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject I

Essays ("Analysis and discussions of data related to civil engineering field" and "Engineering ethic")

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------

問題 1

日本における循環資源フロー、廃棄物等の発生量、廃棄物等の循環利用・処分状況、資源生産性の推移、循環利用率の推移、最終処分量の推移、産業廃棄物等の業種別排出量、産業廃棄物等の種類別排出量、不法投棄された産業廃棄物の種類を図1～9にそれぞれ示している。これらの図に基づいて次の問に答えよ。

- (1) 日本の廃棄物等の発生量の特徴を定量的に400字程度で説明せよ。
- (2) 廃棄物等の循環利用・処分状況の特徴を定量的に400字程度で説明せよ。
- (3) 廃棄物等の循環利用の今後の方向性を示し、その目標を達成するために必要とされることを400字程度で述べよ。
- (4) 産業廃棄物の不法投棄の特徴と対策について400字程度で考察せよ。

Question 1

The flow of the circulative resources in Japan, the amount of generation of wastes, the cyclical use and disposal status of wastes, change in the resource productivity, change in the cyclical use rate, change in the final disposal volume, the industrial waste generation by industry, the industrial waste generation by type, and the types of illegally dumped industrial waste are shown in Figures 1-9, respectively. Answer the following questions based on these figures.

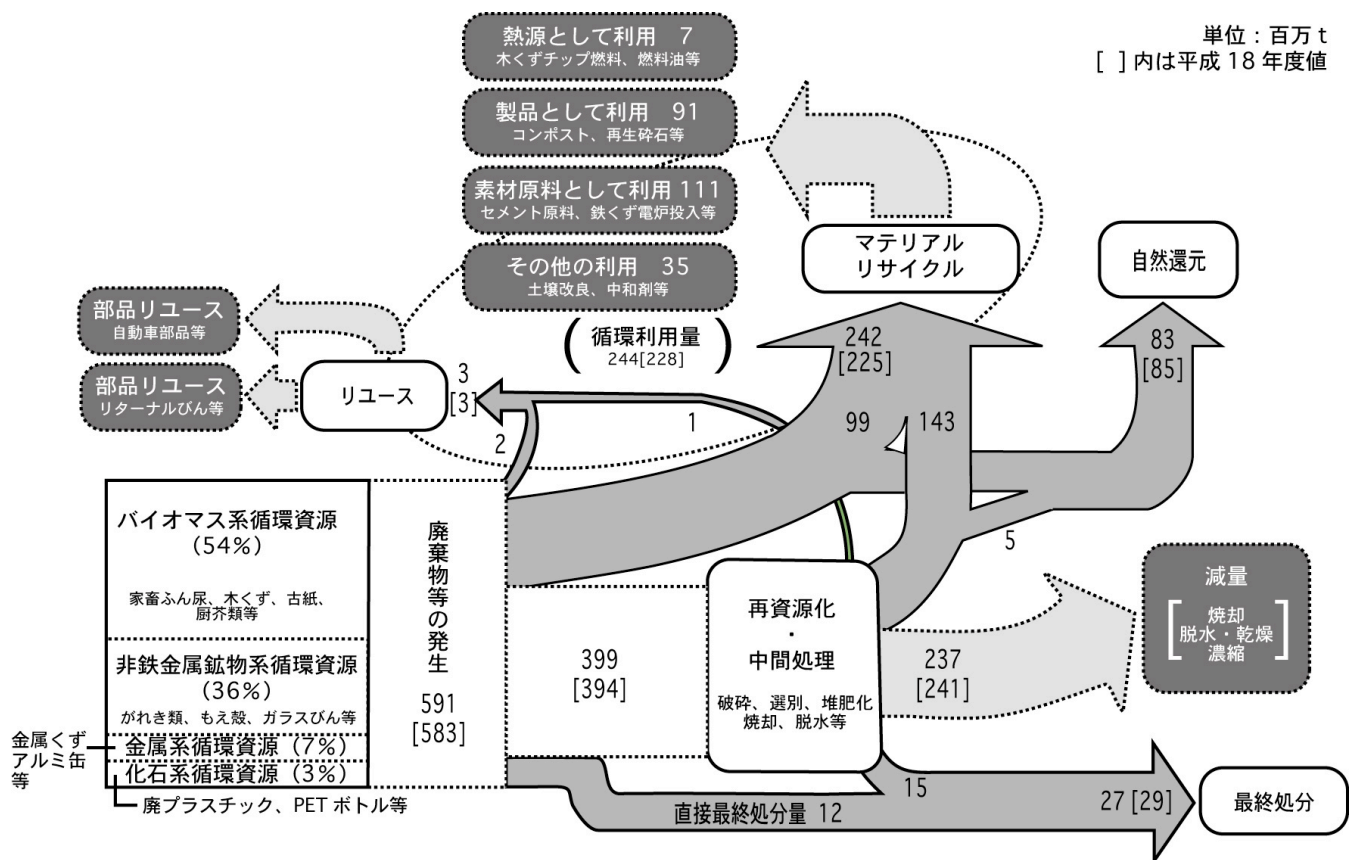
- (1) Explain the features of the amount of generation of wastes in Japan quantitatively in some 200 words.
- (2) Explain the features of the cyclical use and disposal status of wastes quantitatively in some 200 words.
- (3) Show the future direction of the cyclical use rate of wastes and describe what is required to achieve the goal in some 200 words.
- (4) Describe the features of the illegally dumped industrial waste and the measures to prevent the dumping in some 200 words.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅰ) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	---

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------



出典：環境白書（2010）参考

図 1 日本における循環資源フロー（平成 19 年度）

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------

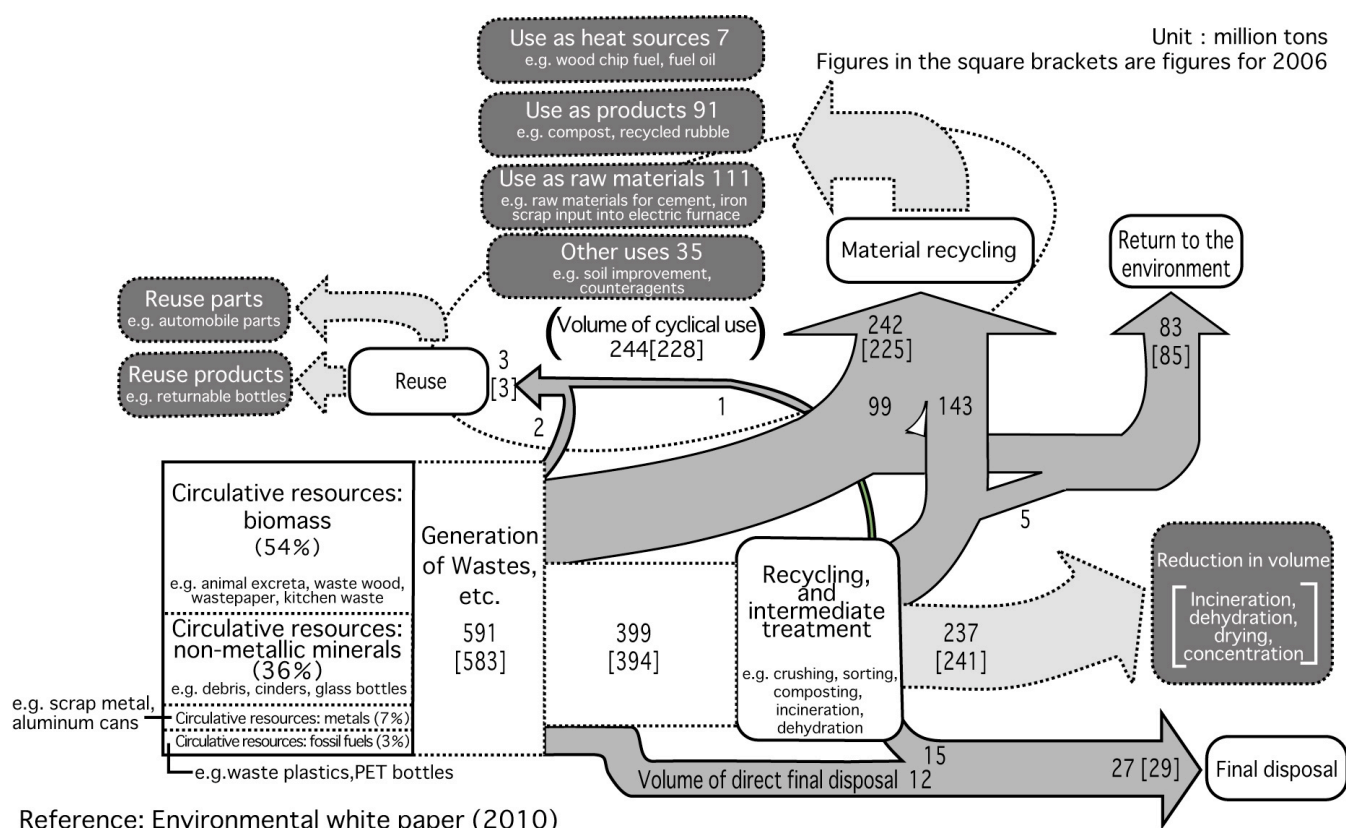


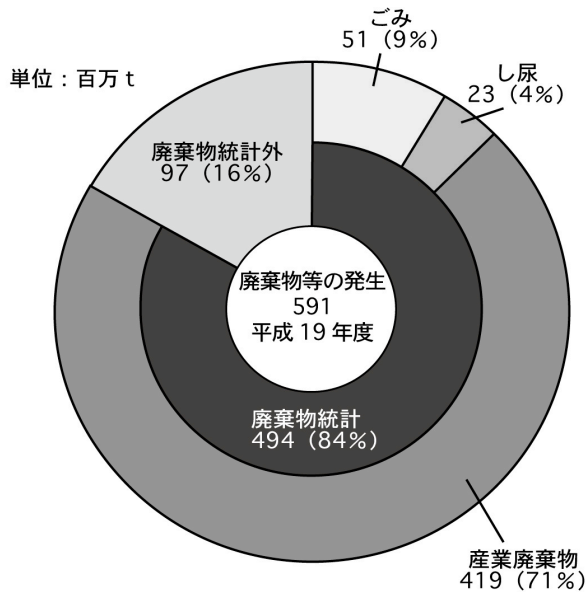
Figure 1 The flow of the circulative resources in Japan (fiscal year 2007)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	--

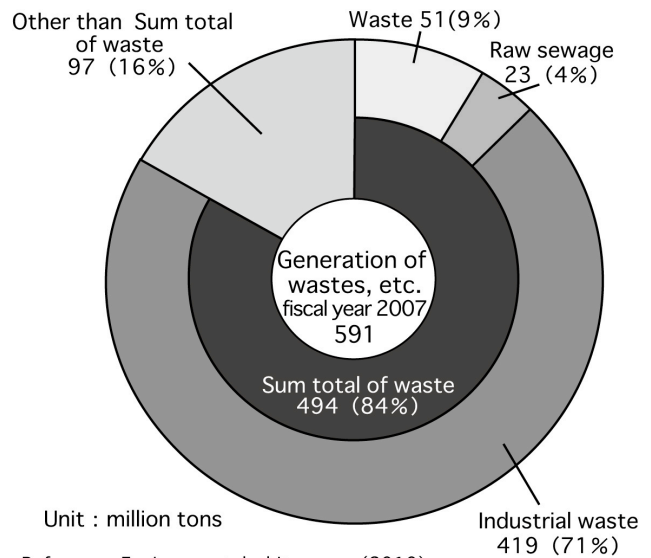
専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------



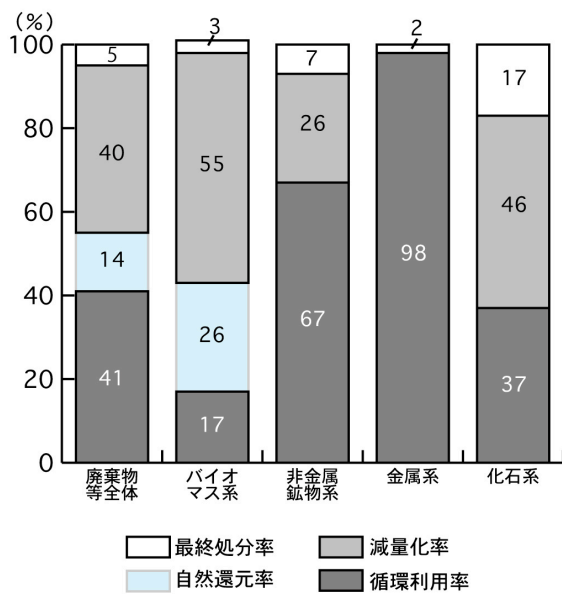
出典：環境白書（2010）参考

図 2 平成 19 年度の廃棄物等の発生量



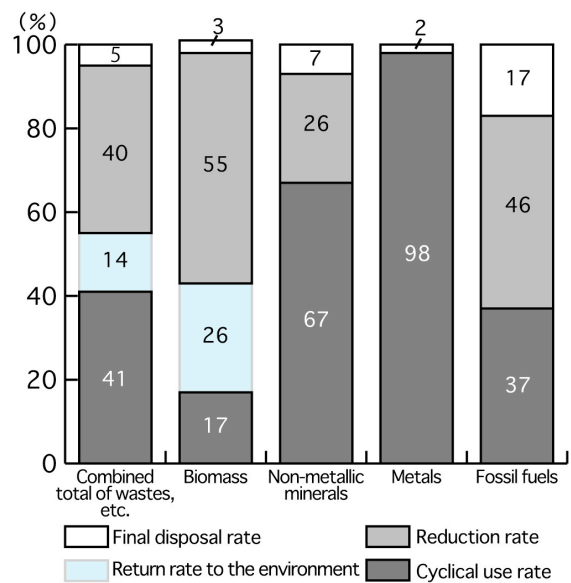
Reference: Environmental white paper (2010)

Figure 2 The amount of generation of wastes, etc. (fiscal year 2007)



出典：環境白書（2010）参考

図 3 廃棄物等の循環利用・処分状況（平成 19 年度）



Reference: Environmental white paper (2010)

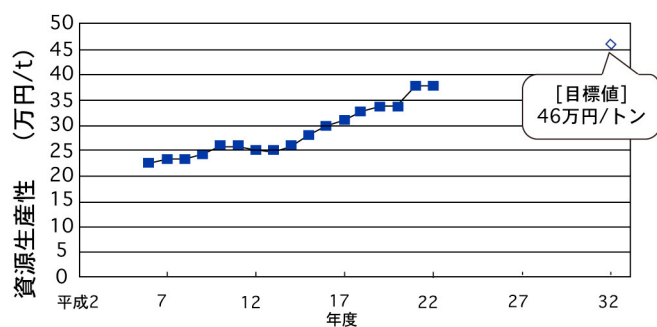
Figure 3 Cyclical use and disposal status of wastes, etc. (fiscal year 2007)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅰ) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	---

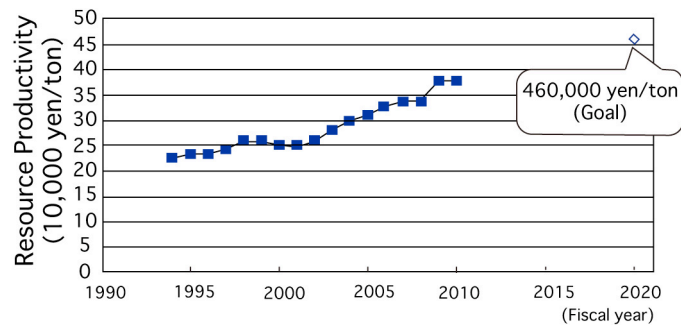
専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------



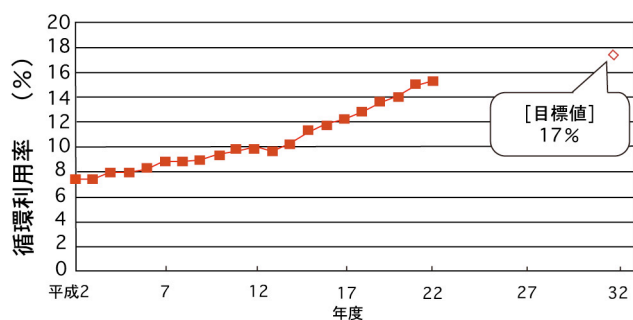
出典：環境白書（2012） 参考

図4 資源生産性の推移



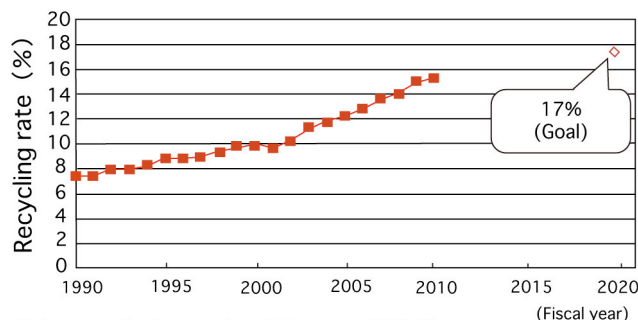
Reference: Environmental white paper (2012)

Figure 4 Change in the resource productivity



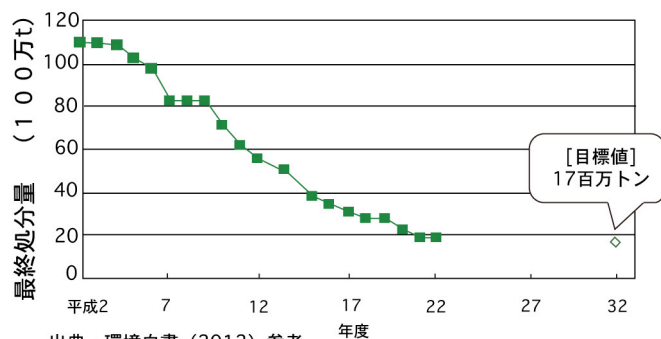
出典：環境白書（2012） 参考

図5 循環利用率の推移



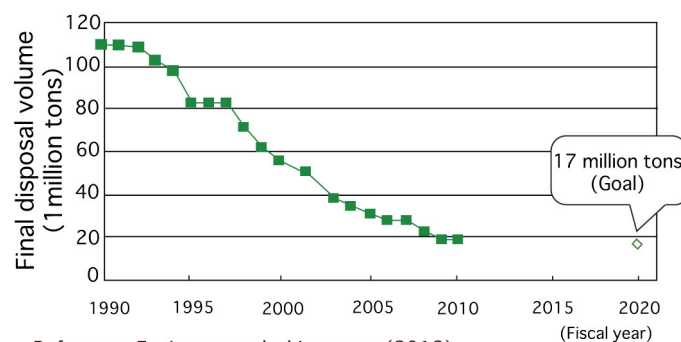
Reference: Environmental white paper (2012)

Figure 5 Change in the cyclical use rate



出典：環境白書（2012） 参考

図6 最終処分量の推移



Reference: Environmental white paper (2012)

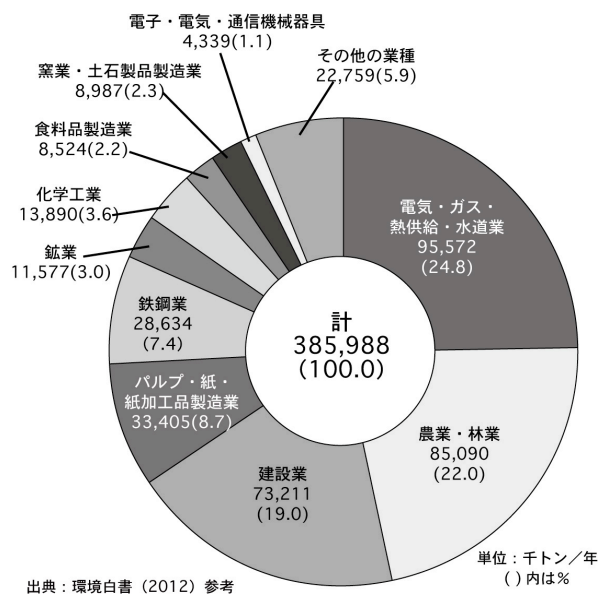
Figure 6 Change in the final disposal volume

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	--

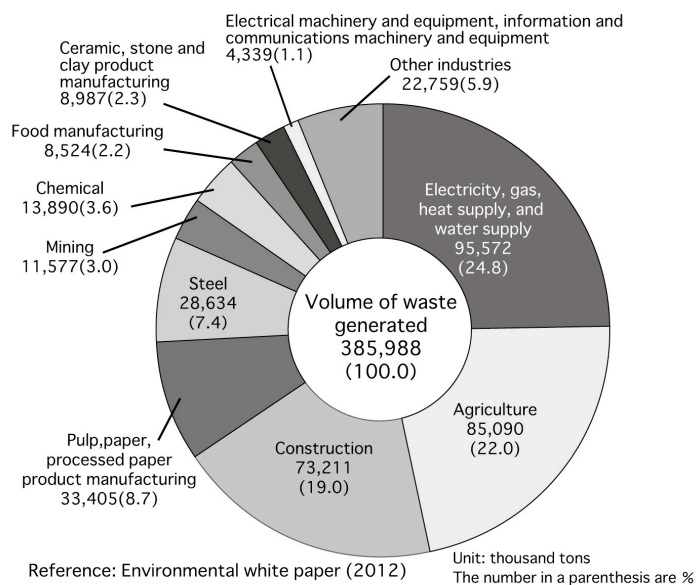
専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------



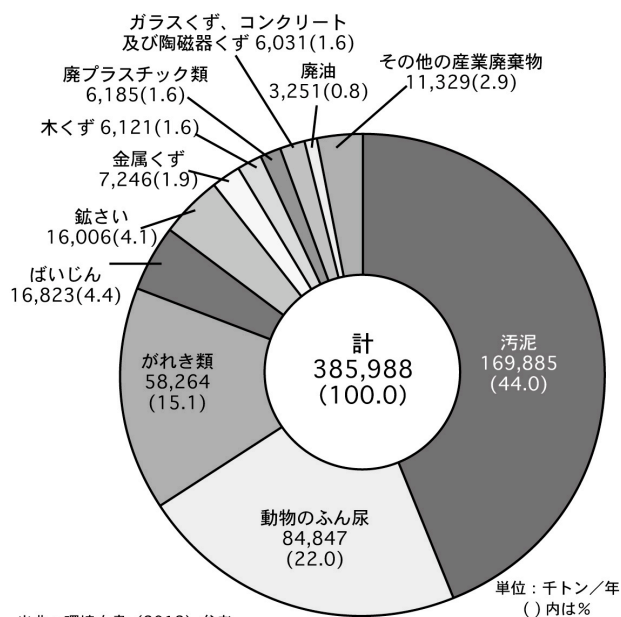
出典：環境白書（2012） 参考

図7 産業廃棄物の業種別排出量（平成22年度）



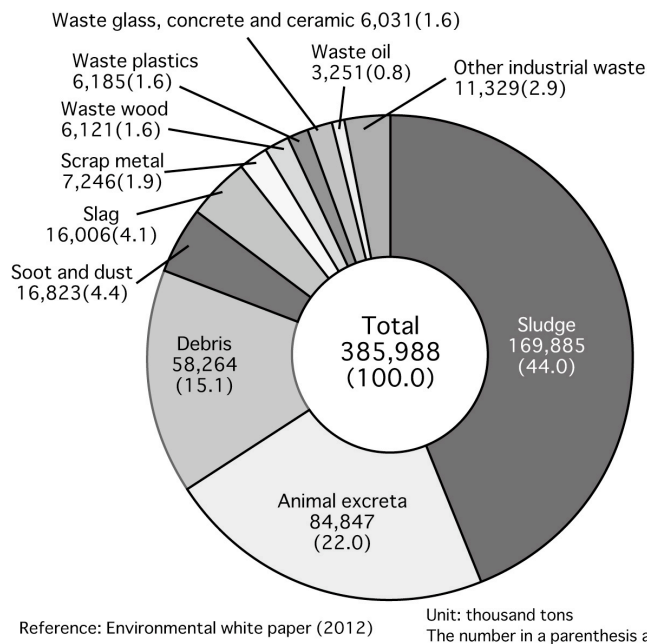
Reference: Environmental white paper (2012)

Figure 7 Industrial waste generation by industry (fiscal year 2010)



出典：環境白書（2012） 参考

図8 産業廃棄物の種類別排出量（平成22年度）



Reference: Environmental white paper (2012)

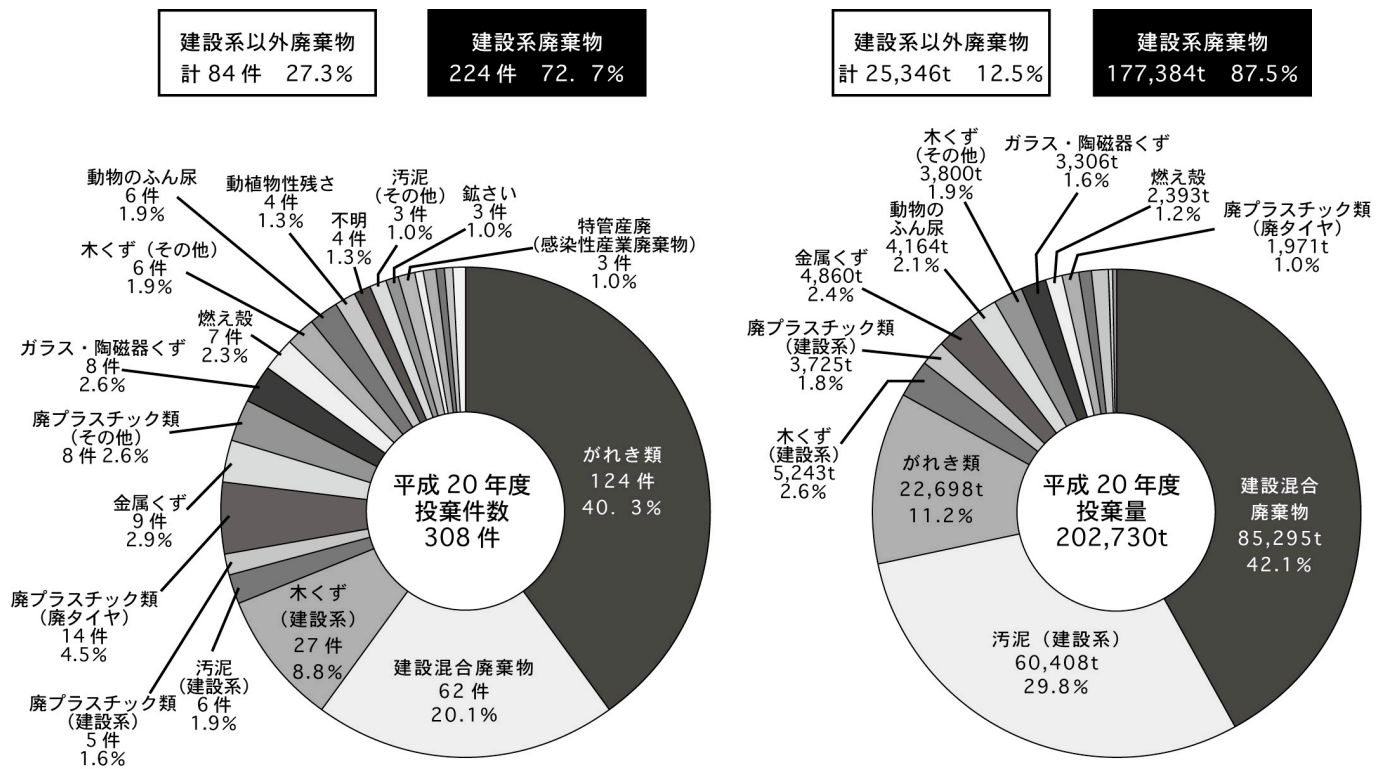
Figure 8 Industrial waste generation by type (fiscal year 2010)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------



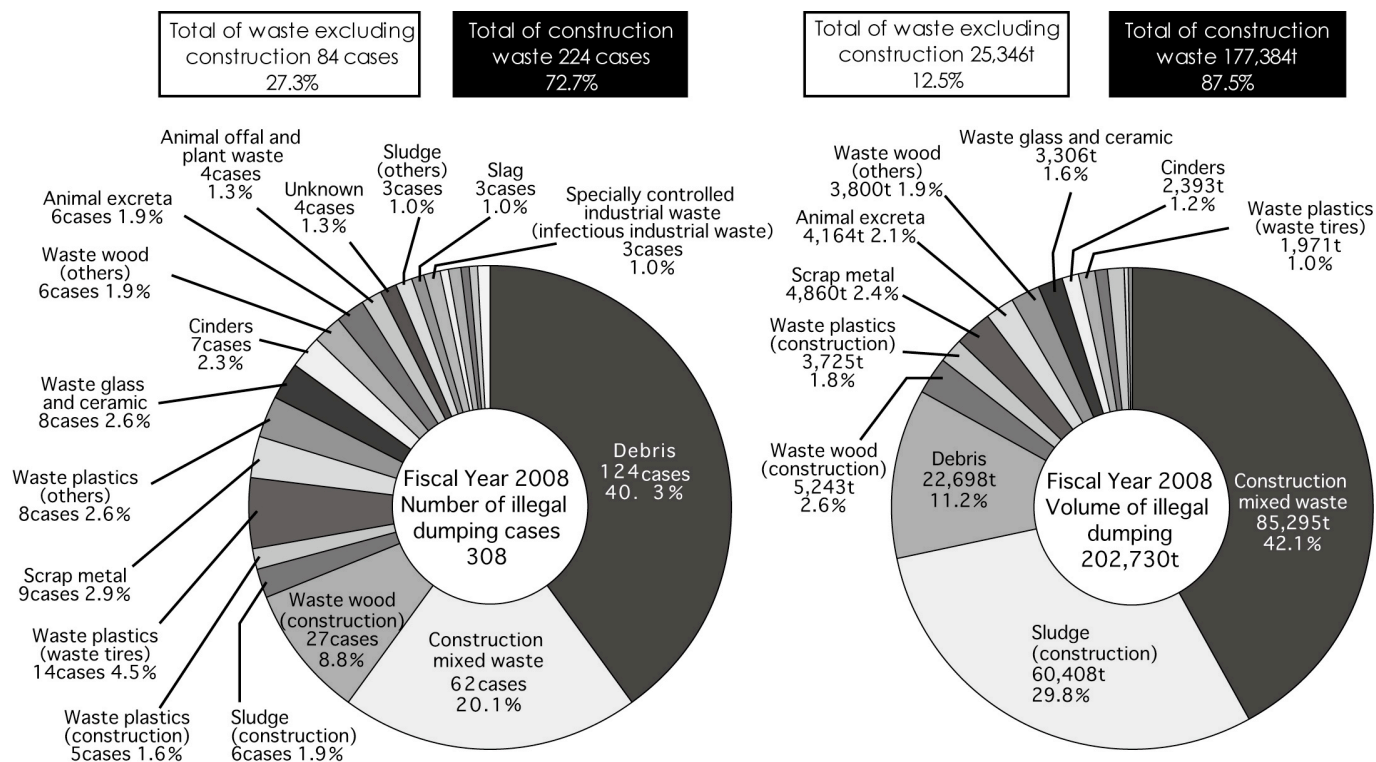
出典：環境白書（2010）参考

図 9 不法投棄された産業廃棄物の種類（平成 20 年度）

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------



Reference: Environmental white paper (2010)

Figure 9 Types of illegally dumped industrial waste (fiscal year 2008)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅰ) Civil and Environmental Engineering I
-----------------	---

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized Subject	小論文 Essays
------------------------------	---------------

問題 2 (Question 2)

建設会社に勤務する土木技術者 X は、A 市で進められている都市開発事業の現場責任者である。本事業は A 市にとってもっとも重要なプロジェクトとされており、多くの人々から早期の完工が期待されている。作業員から整地作業中に貝殻が出てきたとの報告があり、確認すると貝塚および古代の住宅の跡と思われる遺物であった。同様の遺跡は過去 20 年間に同市内の 2 カ所でも発見されているが、重要な遺跡としての措置はとられていない。プロジェクトマネージャーである上司の Y に遺跡出土の報告をしたところ、Y は、多くの人が工事の早期完成を期待しており、さらに工事を中断して遺跡発掘調査の終了を待つことになると会社にとって多大な費用が発生することから、そのまま工事を続行すべき、との考えであった。X と Y は工事を中断し、発注者である市の事業担当部長 Z に報告した。Z は現場を見て、「それほど古い遺跡ではないと思われるので、事業の遅れによる社会的な影響を考慮すれば、直ちに工事を再開すべきだ」との見解を示した。

- 1) プロジェクトマネージャーである Y の考えにはどのような問題があるか、200 字程度で述べよ。
- 2) 市の事業担当部長 Z の考えにはどのような問題があるか、200 字程度で述べよ。
- 3) 本件における X、Y、Z らの判断が、公衆の利益に及ぼす影響について 200 字程度で述べよ。
- 4) X はこの問題にどのように対処すべきか。あなたの考えを 200 字程度で述べよ。

X, a civil engineer employed by a construction company, is the operational manager of a construction site of urban development project in A city. For A city, this project is considered to be the most important one and the early completion of construction is expected by many people. X received a report from a worker that some shells were excavated during the earth work. At the site, he found part of shell mounds and remains of ancient houses. Similar relics were found at other 2 sites in A city in recent 20 years, but they were not treated as important relics. X reported the relics to the project manager Y, his supervisor. The opinion of Y is that the construction works should be continued regardless of the relics. He said the reasons that many people are expecting the early completion and that it will be huge cost to the company if they stop the work and wait for the completion of the archaeological investigation. X and Y stopped the construction work and reported the problem to Z, who is the director of A city government, the contractee, and is responsible for the project. Watching the site, Z showed his opinion that the excavated relics seem to be not so old and that, considering the social impact due to the delay of the project, the construction works should be restarted immediately.

- 1) Explain the possible problems in the opinion of project manager Y in some 100 words.
- 2) Explain the possible problems in the opinion of director Z in some 100 words.
- 3) Describe how the decision of X, Y and Z on this affair influences the public interest in some 100 words.
- 4) Describe what X should do on now in some 100 words.

広島大学大学院工学研究科（博士課程前期）一般選抜
社会基盤環境工学専攻 試験科目：社会基盤環境工学
模 擬 問 題

専門科目 II

以下の7科目から1科目を選択（選択する科目は出願時に登録）

- ・ 構造工学（材料力学，構造力学，エネルギー原理）
- ・ コンクリート工学（コンクリート用材料，フレッシュおよび硬化コンクリートの性質，コンクリート構造）
- ・ 地盤工学（土の力学，土構造物の設計，地盤防災）
- ・ 環境衛生工学（水質化学，上下水道，微生物生態，反応速度論）
- ・ 水理学（運動量とエネルギーの保存則，層流と乱流，開水路と管路の流れ）
- ・ 土木計画学（都市計画，交通需要予測）
- ・ 応用数学（線形代数，微積分，常微分方程式，確率・統計）

小論文（「希望研究課題に関する先行研究のレビュー」）

Graduate School of Engineering (Master's Programs)

General Selection

Civil and Environmental Engineering

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Select one of the following seven subjects, which must be registered in the application:

- ・ Structural Engineering (strength of material, structural mechanics, and energy principles)
- ・ Concrete Engineering (materials for concrete, properties of fresh and hardened concrete, and concrete structure)
- ・ Geotechnical Engineering (soil mechanics, design of earth structures, and geotechnical disaster mitigation)
- ・ Sanitary and Environmental Engineering (water chemistry, water supply and sewerage systems, microbial ecology, and kinetics)
- ・ Hydraulics (conservation laws of momentum and energy, laminar and turbulent flows, and flows in open channels and conduits)
- ・ Infrastructure and Transportation Planning (city planning and transportation demand forecasting)
- ・ Applied Mathematics (linear algebras, differential and integral calculus, ordinary differential equation, and probability and statistics)

Essay ("Review of previous studies regarding desired research topic")

模 擬 問 題

専門科目 II

構造工学（材料力学，構造力学，エネルギー原理）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Structural Engineering (strength of material, structural mechanics, and energy principles)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
------------------------------	--------------------------------

問題 1

以下の語句について説明せよ.

- (1) モールの応力円
- (2) 平面応力と平面ひずみ
- (3) 補仮想仕事の原理(単位荷重法)

Question 1

Explain following terms.

- (1) Mohr's stress circle
- (2) Plane stress and plane strain
- (3) Principle of complementary virtual work (Unit load method)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
------------------------------	--------------------------------

問題 2

Fig.2-1 に示すトラスの下弦材に格点を介して間接荷重が作用する場合、以下の問に答えよ。

- (1) 支点 A と B の反力の影響線を描け。
- (2) 上弦材と斜材の部材力 U と D の影響線を描け。
- (3) スパン全域に等分布荷重 q が作用する場合の上弦材の部材力 U を求めよ。

Question 2

A truss structure shown in Fig. 2-1 is subjected to an indirect load at the panel point of the bottom chord member. Answer the following questions.

- (1) Draw the influence lines of reaction forces at the points A and B.
- (2) Draw the influence lines of internal forces, U and D , in the upper chord member and diagonal member.
- (3) When the truss is subjected to a uniformly-distributed load, q , at the whole span, give the internal force, U , in the upper chord member.

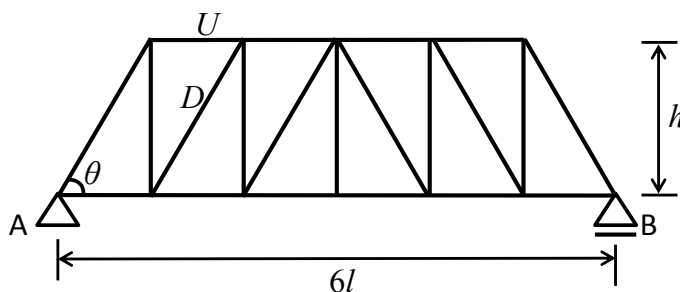


Fig. 2-1

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
------------------------------	--------------------------------

問題 3

Fig.3-1 に示す，等分布荷重 q が作用するゲルバー梁について，以下の問に答えよ．

- (1) 支点 A と B の反力を求めよ．
- (2) せん断力図および曲げモーメント図を描け．

Question 3

Regarding a Gerber beam subjected to a uniformly-distributed load, q , as shown in Fig. 3-1, answer the following questions.

- (1) Give the reaction forces at the points A and B.
- (2) Draw the shear force diagram and the bending moment diagram.

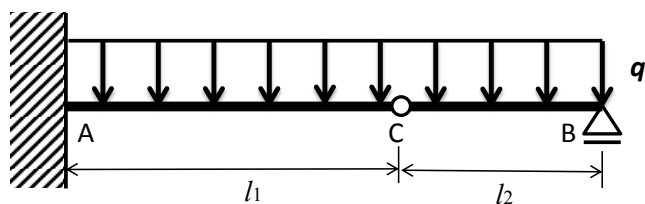


Fig. 3-1

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
------------------------------	--------------------------------

問題 4

Fig. 4-1 に示すように、両端が固定されたはり AB の中央に集中荷重 P が作用している。はりの弾性係数を E 、断面 2 次モーメントを I として、以下の問に答えよ。なお、変形にともなって発生する軸力は無視できるものとする。

- (1) このはりの不静定次数を示し、一般的な不静定構造物の断面力を求めるための基本的な考え方を示せ。
- (2) 各支点反力を求めよ。
- (3) せん断力図と曲げモーメント図を図示せよ。

Question 4

A beam AB fixed at both ends is subjected to a concentrated load P at the center, as shown in Fig. 4-1. Elastic modulus and inertial moment of the beam are E and I , respectively. Answer the following questions, assuming that the axial force caused by the deformation of the beam can be neglected.

- (1) Give the degree of redundancy of the beam, and show a policy on obtaining cross-sectional forces of statically indeterminate beam.
- (2) Give the reaction forces at the ends.
- (3) Draw the shear force diagram and the bending moment diagram.

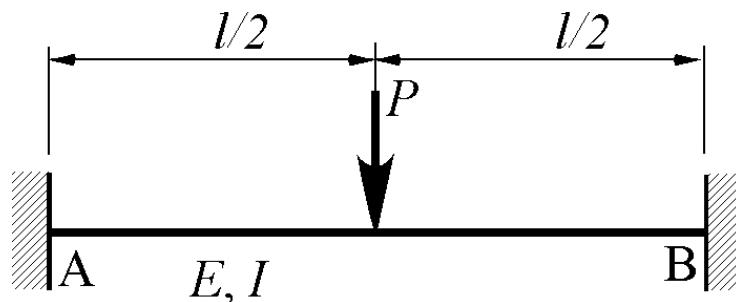


Fig. 4-1

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
------------------------------	--------------------------------

問題 5

Fig. 5-1 に示すようなピン結合された構造物がある。点 A に外力 (x 方向力: X , y 方向力: Y) が作用し、各部材には N_1 , N_2 , N_3 の軸力を生じて釣り合っているとき、すべての部材の断面積を A として、以下の問に答えよ。

- (1) 点 A に仮想変位 (x 方向変位: δu および y 方向変位: δv) を与えたとき、各部材の軸ひずみの増分を変位 δu および δv を用いて表せ。
- (2) 仮想仕事の原理を用いて構造物の釣り合い式を導出せよ。

Question 5

A pinned structure constructed by three rods is subjected to a force (x -direction: X , y -direction: Y) at the point A, as shown in Fig. 5-1. The axial forces of the rods are N_1 , N_2 and N_3 at the equilibrium state. Answer the following questions. Let A be cross-sectional area of all rods.

- (1) When virtual displacements (x -direction: δu , y -direction: δv) are given at the point A under the equilibrium state, give the strain of each rod by using the virtual displacements of δu and δv .
- (2) Derive the equilibrium equations based on the virtual work principle.

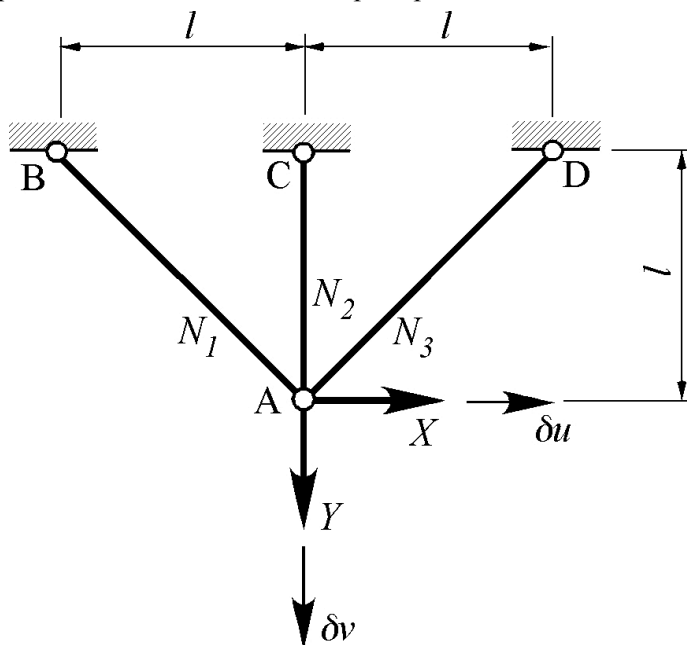


Fig. 5-1

模 擬 問 題

専門科目 II

コンクリート工学（コンクリート用材料，フレッシュおよび硬化コンクリートの性質，
コンクリート構造）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Concrete Engineering (materials for concrete, properties of fresh and hardened concrete, and concrete structure)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
------------------------------	----------------------------------

問題 1

以下の問に答えよ。

- (1) C_3S の水和反応式を示し、水和反応の特徴を説明せよ。
- (2) 骨材の 4 つの含水状態について説明せよ。
- (3) 減水剤によるセメント分散機構について説明せよ。
- (4) 混和材として的高炉スラグ微粉末の特徴を説明せよ。
- (5) コンクリートのワーカビリティについて説明せよ。
- (6) エントレインドエアについて説明せよ。
- (7) コンクリートのクリープに影響を及ぼす要因を挙げよ。
- (8) コンクリートの強度におけるセメント水比説について説明せよ。
- (9) コンクリートの静弾性係数（初期接線弾性係数、割線弾性係数、接線弾性係数）について説明せよ。

Question 1

Answer the following questions.

- (1) Give the hydration reaction equation of C_3S and explain the characteristics of its hydration reaction.
- (2) Explain four moisture states of aggregate.
- (3) Explain the dispersion mechanism of cement due to water-reducing agent.
- (4) Explain the characteristics of ground granulated blast furnace slag as a mineral admixture.
- (5) Explain workability of concrete.
- (6) Explain entrained air.
- (7) Give the factors that influence creep of concrete.
- (8) Explain the cement water ratio theory for strength of concrete.
- (9) Explain static modulus of elasticity (initial tangent modulus, secant modulus and tangent modulus of elasticity) of concrete.

問題 2

鉄筋コンクリートに埋設された鉄筋を腐食させる代表的な要因を 2 つ挙げ、それぞれについて腐食に至るメカニズムを説明せよ。また、各要因について、防止対策を 2 つずつ挙げ、それぞれについてその概要とそれを対策として取り上げた理由を説明せよ。

Question 2

Give two typical factors that cause corrosion of steel embedded in reinforced concrete and explain the mechanism of steel corrosion due to each factor. For each factor, provide two countermeasures and explain their outlines together with the reasons why you provide those countermeasures.

問題 3

次ページへ続く (Continued on the following page.)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
------------------------------	----------------------------------

アルカリシリカ反応によるコンクリートの劣化メカニズムならびに劣化の特徴を、ひび割れの特徴とあわせて説明せよ。また、代表的な防止対策を3つ挙げ、それぞれについてその概要とそれを対策として取り上げた理由を説明せよ。

Question 3

Explain the mechanism and characteristics of concrete deterioration caused by alkali silica reaction, together with resultant crack patterns. Also provide three typical countermeasures against alkali silica reaction and explain their outlines in addition to the reasons why you provide those countermeasures.

問題4

以下の問に答えよ。

- (1) コンクリートの収縮のメカニズムを、セメントペーストの収縮の観点から説明せよ。
- (2) コンクリートの収縮に及ぼす骨材の影響に関して説明せよ。
- (3) コンクリートの収縮が構造物の力学性能に及ぼす影響を説明せよ。

Question 4

Answer the following questions.

- (1) Explain the mechanism of the shrinkage of concrete from the view point of the shrinkage of cement paste.
- (2) Explain the effect of the aggregates on the shrinkage of concrete.
- (3) Explain the effect of the shrinkage of concrete on the mechanical performance of concrete structures.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
------------------------------	----------------------------------

問題 5

以下の問に答えよ。

- (1) 矩形断面を有する鉄筋コンクリートはり（高さ h 、有効高さ d 、幅 b 、中立軸深さ x ）の曲げ破壊時のコンクリートの圧縮合力は、等価応力ブロック（ $0.85f_c \times 0.8x$ ）を用いて計算できることを、以下の Fig.5-1 に示す応力-ひずみ関係を用いて説明せよ。ただし、 $k_1=0.85$ 、 $\epsilon_{co}=0.002$ 、 $\epsilon_{cu}=0.0035$ とする。
- (2) T 形断面を有する鉄筋コンクリートはり（高さ h 、有効高さ d 、フランジ厚 t 、幅 b 、ウェブ幅 b_w 、中立軸深さ x ）の曲げ破壊時のコンクリートの圧縮合力を、等価応力ブロックを用いて求めよ。

Question 5

Answer the following questions.

- (1) Explain that total compressive force in concrete at the bending failure of a rectangular reinforced concrete beam (h : height, d : effective depth, b : breadth, x : neutral axis depth) can be calculated by using equivalent stress block ($0.85f_c \times 0.8x$) based on the following stress-strain relation in Fig.5-1, where $k_1=0.85$, $\epsilon_{co}=0.002$, and $\epsilon_{cu}=0.0035$.
- (2) Give the total compressive force in concrete at the bending failure of a T-shaped reinforced concrete beam (h : height, d : effective depth, t : thickness of flange, b : breadth, b_w : breadth of web, x : neutral axis depth) by using the equivalent stress block.

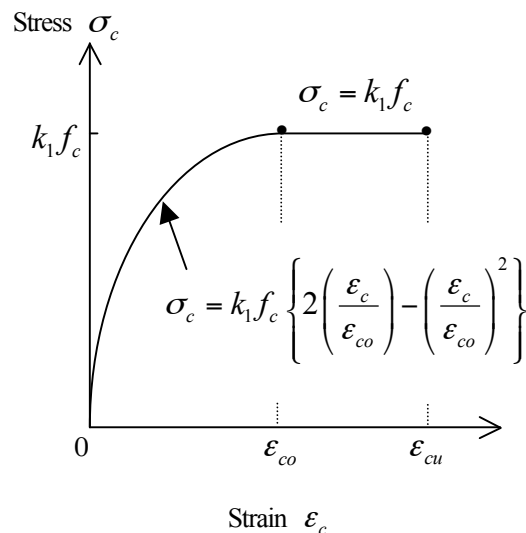


Fig.5-1

模 擬 問 題

専門科目 II

地盤工学（土の力学，土構造物の設計，地盤防災）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Geotechnical Engineering (soil mechanics, design of earth structures, and geotechnical disaster mitigation)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
------------------------------	-------------------------------------

問題 1

以下の問に答えよ.

- (1) 以下の 5 つの用語のそれぞれについて, 定義式を示し, 説明せよ.
均等係数, 鋭敏比, 塑性指数, 相対密度, 飽和度
- (2) 以下の 3 つの用語を用いて土の動的変形特性について述べよ.
せん断弾性係数, 減衰定数, ひずみレベル

Question 1

Answer the following questions.

- (1) Explain each of the following 5 technical terms showing the definitions.
coefficient of uniformity, remolding sensitivity, plasticity index, relative density, degree of saturation
- (2) Explain dynamic characteristics of soil with the following 3 technical terms.
shear modulus, damping ratio, strain level

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
------------------------------	-------------------------------------

問題 2

以下の問に答えよ.

- (1) 定水位透水試験の概要を, 試験機の図を描いて示せ.
- (2) 粘土地盤が正規圧密地盤であるかあるいは過圧密地盤であるかについて, 圧密試験結果を用いてどのようにして判断するかを説明せよ.

Question 2

Answer the following questions.

- (1) Show the outline of the constant head permeability test of soil with a figure of the apparatus.
- (2) Explain how to judge whether the clayey ground is normally consolidated ground or overconsolidated ground from the result of consolidation test.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering		

問題 3

Fig.3-1 のように、三軸試験機によって飽和粘土供試体を圧力 σ_c で等方的に圧密した。圧密終了後に非排水条件で圧縮を行った結果、最大の軸差応力とそのときの間隙水圧はそれぞれ、 $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ 、 u_f であった。この粘土の有効応力に関する内部摩擦角を ϕ' 、粘着力を c' とする。以下の問に答えよ。

- (1) 破壊時の供試体の全応力状態と有効応力状態をそれぞれモールの応力円を用いて示せ。
- (2) 粘土の非排水せん断強度 s_u 、間隙水圧係数 A_f を、それぞれ次式で定義する。

$$s_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_f}{2}, \quad A_f = \frac{u_f}{(\sigma_1 - \sigma_3)_f}$$

非排水せん断強度 s_u を、 ϕ' 、 c' 、 A_f 、 σ_c で示せ。

Question 3

As shown in Fig.3-1, a saturated clay specimen was consolidated isotropically in a triaxial cell with the cell pressure of σ_c . After the completion of consolidation, the undrained compression test was carried out and the maximum deviator stress $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ and the pore pressure u_f were obtained. The internal friction angle and cohesion on effective stress of this clay are ϕ' and c' , respectively. Answer the following questions.

- (1) Show the total stress condition and the effective stress condition of the clay specimen at failure, using Mohr's stress circles.
- (2) Undrained shear strength of clay s_u , and the coefficient of pore pressure A_f are defined as follows.

$$s_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_f}{2}, \quad A_f = \frac{u_f}{(\sigma_1 - \sigma_3)_f}$$

Show the undrained shear strength s_u using ϕ' 、 c' 、 A_f and σ_c .

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
 Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
 Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
------------------------------	-------------------------------------

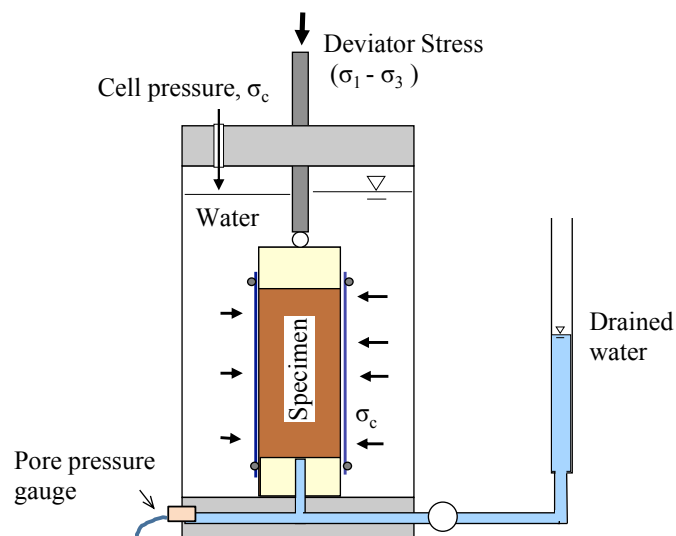


Fig.3-1

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
------------------------------	-------------------------------------

問題 4

Fig.4-1 のように一次元的に粘土地盤を圧密する場合を考える。このとき以下に示す圧密の偏微分方程式 (Terzaghi の圧密方程式) を、必要な仮定を示しながら導出せよ。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad ; \quad C_v = \frac{k}{m_v \gamma_w}$$

ただし、 u は間隙水圧、 k は透水係数、 z は粘土要素の位置 (粘土層下端からの高さ)、 m_v は体積圧縮係数、 γ_w は水の単位体積重量である。

Question 4

Let us consider the one-dimensional consolidation of clayey ground as shown in Fig.4-1. Derive the following partial differential equation of consolidation (Terzaghi's equation of consolidation), showing the necessary assumptions.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad ; \quad C_v = \frac{k}{m_v \gamma_w}$$

where, u is pore water pressure, k is coefficient of permeability, z is the distance of the element of clay from the bottom of clay layer, m_v is a coefficient of volumetric compressibility and γ_w is unit weight of water.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
------------------------------	-------------------------------------

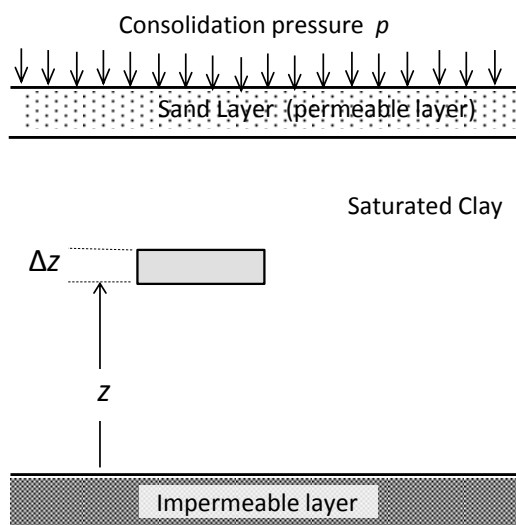


Fig.4-1

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering		

問題 5

Fig.5-1 に示すように、円弧すべり面に沿った斜面の安定をスライスに分割した土塊で考える。

円弧の半径を r ，その中心点を O とし、右から数えて i 番目のスライスについて、このスライスの幅を b_i ，高さを H_i ，重量を W_i とし、スライス底面の勾配を α_i ，スライス底面の長さを l_i とする。すべり面に作用する垂直力を P_i ，せん断力を S_i とする。スライスの両側面に働く力は無視し、地下水面は考えないものとする。スライスの底面部分に存在する土の強度定数が円弧全体で等しく c と ϕ であると仮定する。以下の問に答えよ。

(1) すべり面に垂直な方向の、土塊の力の釣り合い式を示せ。

(2) 下記に示す Fellenius 法の安全率の式を導出せよ。

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [W_i \cos \alpha_i \tan \phi + c l_i]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

Question 5

Let us consider the slope stability with sliced mass of soils along the circular arc shown in Fig.5-1. The radius of the arc is r , and the center of the arc is O . The width of the i -th slice from the right is b_i , the height is H_i , and the weight is W_i . The inclination at the bottom of the slice is α_i , and the length of the bottom of the slice is l_i . The forces acting on the bottom of the slice in the perpendicular and parallel to the bottom of the slice are P_i and S_i , respectively. The forces acting on the both sides of the slice and the ground water level can be neglected. Assuming the strength parameter for the soil at the bottom of the slice are c and ϕ for all the slices, answer the following questions.

(1) Show the equation for the sum of forces acting on the slice in direction perpendicular to the bottom of the slice.

(2) Derive the following equation of the safety factor (Fellenius method).

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
------------------------------	-------------------------------------

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [W_i \cos \alpha_i \tan \phi + cl_i]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

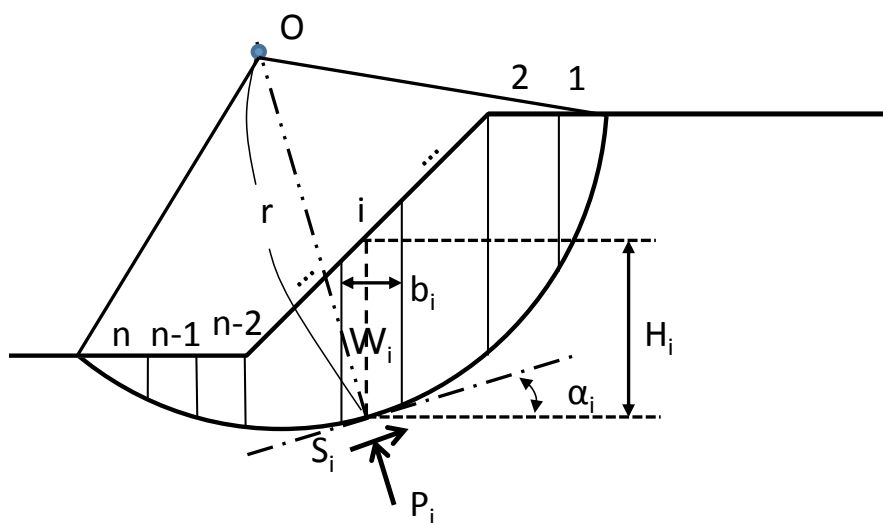


Fig.5-1

模 擬 問 題

專門科目 II

環境衛生工学（水質化学，上下水道，微生物生態，反応速度論）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Sanitary and Environmental Engineering (water chemistry, water supply and sewerage systems, microbial ecology, and kinetics)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering		

問題 1

- (1) 湖沼の pH に影響を与える因子を 2 つあげ、その因子が pH を変化させる機構を説明せよ。
- (2) 水中の有機物濃度を評価する際、湖沼においては BOD よりも COD のほうが一般的に用いられる。その理由を説明せよ。
- (3) 濁度と吸光度の違いを説明せよ。ただし以下の用語を用いること：
吸収 反射 散乱 光

Question 1

- (1) Indicate two factors that influence the pH in lakes and explain their mechanisms.
- (2) For the estimation of the lake water quality, COD is more frequently used for organic matter concentration than BOD. Explain the reason for it.
- (3) Explain the difference between turbidity and light absorbance using the following terms:
absorption; reflection; scattering; light

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	---

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	--

問題 2

- (1) 浄水の消毒について、オゾン、紫外線処理と比較して塩素処理を用いる長所と短所を 100 字程度で述べよ。
- (2) 浄水プロセスにおける急速ろ過の浄化原理について、図を用いて 100 字程度で説明せよ。
- (3) 理想沈殿池の主要な条件を一つ示せ。

Question 2

- (1) Show the advantages and disadvantages of disinfection by chlorination in drinking water treatment processes compared to ozonation and/or ultraviolet treatment in some 50 words.
- (2) Explain the purification mechanism of rapid filtration in drinking water treatment processes in some 50 words with figures.
- (3) Show a primary condition of the ideal sedimentation tank.

問題 3

- (1) 活性汚泥のバルキングとは何かを 100 字程度で説明せよ。
- (2) 余剰活性汚泥の有効利用方法を一つ示し、その意義を簡単に説明せよ。
- (3) 循環式硝化・脱窒プロセスによる下水の生物学的窒素除去に関して、除去率を高めるためのコントロール可能な因子を一つ示し、プロセスフロー図を用いて除去率が高くなることの説明をせよ。

Question 3

- (1) Explain what the bulking of activated sludge is in some 50 words.
- (2) Show a way for effective utilization of excess activated sludge, and explain its significance briefly.
- (3) With regard to the nitrification/denitrification process with recirculation for biological nitrogen removal from sewage, show a controllable factor to increase its removal efficiency and explain the reason why the efficiency is increased with the process flow diagram.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	---

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	--

問題 4

完全混合の生物反応槽(容積 $V(\text{m}^3)$)に水量 $Q (\text{m}^3 \text{ s}^{-1})$ の汚水が流入し末端から水量 $Q (\text{m}^3 \text{ s}^{-1})$ の処理水が流出している (Fig. 4-1). 流入水中の汚濁物質濃度は $C_{\text{in}} (\text{g m}^{-3})$, 流出水濃度は $C_{\text{out}} (\text{g m}^{-3})$ とする. 以下の問に答えよ. ただし汚濁物質の分解は濃度の一次反応に従う(反応速度定数: $k(\text{s}^{-1})$)とする.

- (1) 定常状態における C_{out} を V, Q, C_{in}, k で表せ.
- (2) 定常状態における除去率 $(1 - C_{\text{out}}/C_{\text{in}})$ は 0.9 であった. 除去率の向上を目的として反応槽を追加または容積を増大させるとき, 以下の問に答えよ. ただし k は一定とする.
 - (a) 反応槽の容積を 2 倍($2V$)にしたときの定常状態の除去率を求めよ (Fig. 4-2a).
 - (b) 同じ容積 V の完全混合層の反応槽を後段に直列に設置した場合の定常状態の除去率を求めよ (Fig. 4-2b).

Question 4

There is a completely mixed bioreactor with a volume of $V (\text{m}^3)$ and influent and effluent at a flow rate of $Q (\text{m}^3 \text{ s}^{-1})$ (Fig. 4-1). The influent pollutant concentration is $C_{\text{in}} (\text{g m}^{-3})$ and that of effluent is $C_{\text{out}} (\text{g m}^{-3})$. The pollutant is decomposed in the tank and its decomposition follows the first-order reaction of the pollutant concentration (reaction rate constant: $k (\text{s}^{-1})$). Answer the following questions.

- (1) Formulate C_{out} as a function of $V, Q, C_{\text{in}},$ and k .
- (2) The removal ratio $(1 - C_{\text{out}}/C_{\text{in}})$ was 0.9 at the steady state. In the case that one more reactor is added or the volume is increased in order to raise the removal ratio, answer the following questions. The k value is unchanged.
 - (a) Derive the removal ratio at the steady state in the case that the volume is simply doubled ($2V$) (Fig. 4-2a).
 - (b) Derive the removal ratio at the steady state in the case that the completely mixed bioreactor with a same volume V is set in series at the subsequent stage (Fig. 4-2b).

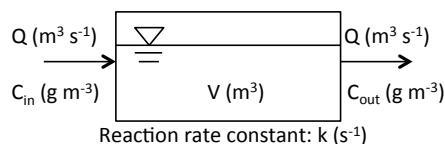


Fig. 4-1

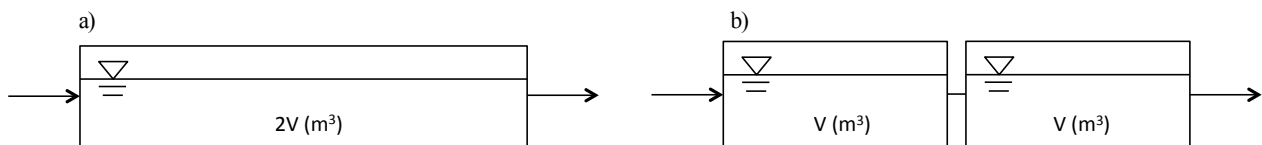


Fig. 4-2

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

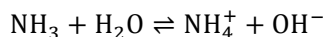
試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	---

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	--

問題5

25°Cにおける 0.5 mol L^{-1} のアンモニア溶液について以下の問に答えよ。アンモニアの解離式および解離定数は以下のように表される。



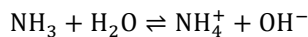
$$\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = K_b$$

25°Cにおけるアンモニアの塩基解離定数 K_b は 1.8×10^{-5} 、水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} である。必要に応じて次の値を用いよ。
 $\log_{10}2=0.3$, $\log_{10}3=0.5$, $\sqrt{1.8}=1.34$, $\sqrt{2}=1.4$, $\sqrt{3}=1.7$, $\sqrt{5}=2.2$, $\sqrt{10}=3.2$.

- (1) アンモニアの解離度を α とするとき、アンモニア、アンモニウムイオン、水酸化物イオンの濃度を示せ。
- (2) 解離度 α を計算せよ。
- (3) pH を計算せよ。

Question 5

Answer the following questions related to a solution of 0.5 mol L^{-1} ammonia at 25°C. The equilibrium of ammonia dissociation and the base dissociation constant for ammonia are expressed as follows:



$$\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = K_b$$

The base dissociation constant for ammonia K_b is 1.8×10^{-5} and the dissociation constant for water K_w is 1.0×10^{-14} at 25°C. Use the following values if necessary: $\log_{10}2=0.3$, $\log_{10}3=0.5$, $\sqrt{1.8}=1.34$, $\sqrt{2}=1.4$, $\sqrt{3}=1.7$, $\sqrt{5}=2.2$, $\sqrt{10}=3.2$.

- (1) When the degree of dissociation for ammonia is expressed as α , show the concentrations of ammonia, ammonium ion, and hydroxide ion.
- (2) Determine the degree of dissociation for ammonia, α .
- (3) Determine the pH.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering		

問題 6

Fig. 6-1 は 16S rRNA 遺伝子に基づくある細菌グループの系統樹である。以下の問に答えよ。

- (1) 図中の括弧内は何を表しているかを示せ。
- (2) 図中の下線（スケールバー）は何を表しているかを示せ。
- (3) ”*Candidatus*”の意味を説明せよ。
- (4) 細菌・古細菌の系統分類に 16S rRNA 遺伝子が用いられる理由を 2 つ以上あげ説明せよ。

Question 6

Fig. 6-1 shows the phylogenetic tree of a bacterial group based on 16S rRNA genes. Answer the following questions.

- (1) Explain what the notation in parentheses in Fig. 6-1 is.
- (2) Explain what the underline (scale bar) in Fig. 6-1 is.
- (3) Explain the meaning of the “*Candidatus*” in the clones.
- (4) Explain at least two reasons why 16S rRNA gene is used for the phylogenetic classification of the domain Bacteria and Archaea.

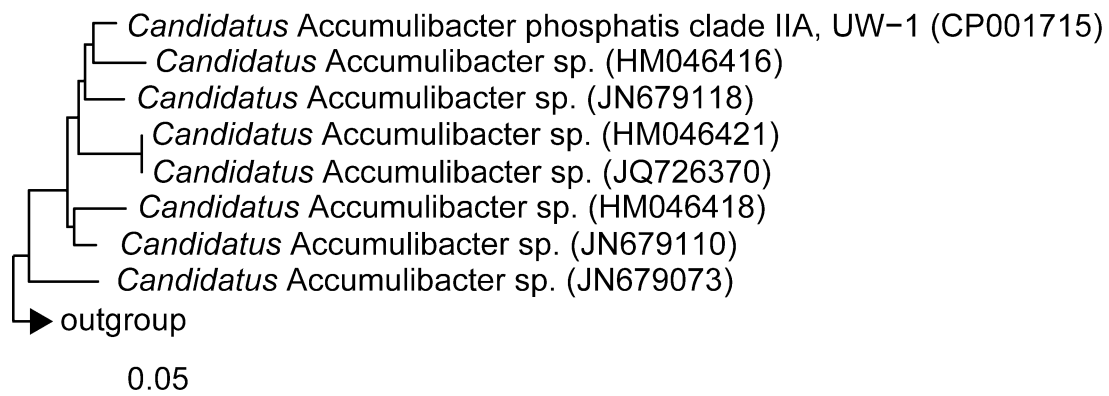


Fig. 6-1

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	---

以下の問題も出題範囲に含まれる.

問題

(1) 以下の用語を説明せよ.

制限栄養物質

感潮域における密度成層

メタゲノム解析

(2) 貧栄養の湖沼では夏の温度上昇とともに藻類の増殖が抑制される場合がある. その理由を温度成層と関連づけて説明せよ.

(3) 分析機器を用いた多成分の濃度測定におけるクロマトグラフィの原理を述べよ.

問題

(1) 浄水プロセスにおける沈殿池の性能を粒子沈降速度と表面負荷率の視点から図および式を用いて説明せよ.

(2) アンモニアが含まれる水の塩素消毒における塩素注入量と残留塩素濃度との関係について, 図を用い 400 字程度で説明せよ.

問題

(1) 合流式下水道の長所と短所を 200 字程度で説明せよ.

(2) 活性汚泥法による下水処理において, 汚泥の沈降性は処理水質にどのような影響を及ぼすか, 300 字程度で説明せよ.

(3) 生物学的有機物およびリン除去の原理について下水処理フロー図を用いて説明せよ.

問題

ある完全混合の池に, 有機汚濁物質の流入濃度が 2 mg L^{-1} の河川水が流入し, 流出濃度が 1 mg L^{-1} の池水が河川に流出している. 池の水理学的滞留時間(池の容積/流入水量)は 1 日であった. 有機汚濁物質は池内で濃度の一次反応で分解されているとすると, 以下の問いに答えよ.

(1) 完全混合かつ定常状態を仮定した場合の反応速度係数 $k (\text{d}^{-1})$ を求めよ.

(2) ある時点で流入濃度が急に 2 mg L^{-1} から 0 mg L^{-1} に変わったとき, 流出濃度の経時変化を完全混合の場合と押し出し流れの場合それぞれについて図示せよ.

問題

0.1 mol L^{-1} の酢酸溶液について以下の問いに答えよ. 酢酸の解離定数は $\text{pK}=4.70$ とする.

必要に応じて次の値を用いよ. 分子量(H:1, C:12, O:16, Na:23), $\log_{10}2=0.3$, $\log_{10}3=0.48$, $\log_{10}5=0.7$

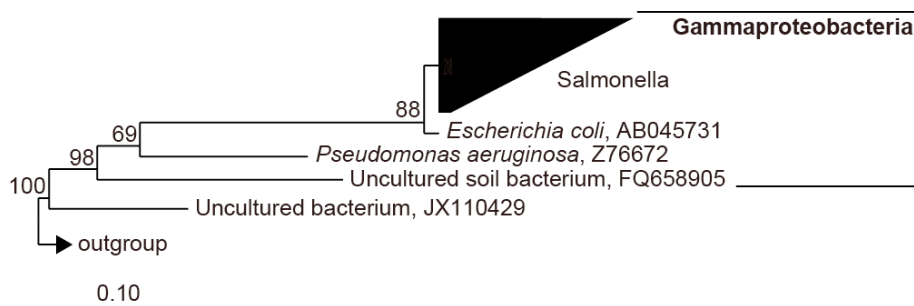
(1) 酢酸の酸解離反応式を書け.

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	---

- (2) 解離した酢酸を x (mol L^{-1}) とすると、酢酸濃度、酢酸イオン濃度、水素イオン濃度はどのように表されるか。
- (3) 酢酸は弱酸なので、酸解離反応がわずかしき起こらないことを利用した近似式を用いて水溶液の pH を計算せよ。
- (4) 解離度 (α) を計算せよ。

問題

下図に示す 16S rRNA 遺伝子の系統樹に関して以下の問いに答えよ。



- (1) 分岐点にある数字はブートストラップ値であるが、その意味を説明せよ。
- (2) スケールバー上の 0.10 という数字の意味を説明せよ。
- (3) *Pseudomonas aeruginosa* と Uncultured soil bacterium は属レベルで同一であると言えるかどうか根拠とともに説明せよ。

問題

ある河川で有害物質 X の汚染を夏期に測定したところ、B 地点で濃度 $10 \mu\text{g L}^{-1}$ の汚染が検出された。X の汚染源はその上流の A 地点であると推察された。河川流量は $400,000 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}$ 、A から B 地点への物質 X の流下時間を 2 日で一定とすると、以下の問いに答えよ。ただし $e = 2.7$, $e^{0.5} = 1.6$ とする。

- (1) B 地点における物質 X の負荷量 (kg day^{-1}) を推算せよ。
- (2) 物質 X は生物分解され、その分解速度は物質 X の濃度の一次反応に従い分解速度係数は 0.5 day^{-1} であった。A 地点での発生負荷量を推算せよ。
- (3) 冬期の生物分解速度係数は夏期の半分 (0.25 day^{-1}) になると推測された。冬期における B 地点での濃度を推定せよ。ただし A 地点での発生負荷量および河川流量は一年を通して一定であるとする。

問題

ある河川で有害物質 X の濃度を測定したところ、懸濁態 (SS 吸着態) と溶存態の両方に検出された。溶存態の X の濃度は 50 ng L^{-1} 、また懸濁態の X の濃度は 0.5 ng L^{-1} であった。SS 濃度は 5 mg L^{-1} であった。以下の問いに答えよ。

- (1) 懸濁態 (SS) あたりの X の濃度 ($\mu\text{g kg}^{-1} \text{ SS}$) を求めよ。
- (2) この河川での K_p ($\text{g kg}^{-1} \text{ SS} / (\text{g L}^{-1})$) の値を求めよ。 K_p とは懸濁態の濃度と溶存態の濃度との比率である ($K_p = (\text{懸濁態あたりの濃度} (\text{g kg}^{-1} \text{ SS}) / \text{溶存態の濃度} (\text{g L}^{-1}))$)。
- (3) 物質 X の K_p の平衡値は $K_{p\text{eq}} = 2 \times 10^5$ ($\text{g kg}^{-1} \text{ SS} / (\text{g L}^{-1})$) であった。河川中の K_p が流下にともない平衡値に近づくとする

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	---

と懸濁態と溶存態の平衡濃度はどのようにになると考えられるか。ただし物質 X、SS とともに希釈や分解はなく流下に伴い SS 濃度および物質 X の合計濃度は変わらないものとする。

(4) (3)で示した平衡に達した状態で、SS も物質 X も含まない水によって 10 倍希釈された場合の懸濁態及び溶存態の物質 X の濃度変化を平衡状態の移動に基づき述べよ。

問題

10 m^3 の生物学的処理装置でデンプン($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n 含有廃水を $100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ の流量で嫌気性処理している。流入の COD 濃度は $1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ で、COD 除去率は 90%である。

- (1) 処理水の COD 濃度 $[\text{mg COD} \cdot \text{L}^{-1}]$ を求めよ。
- (2) COD 容積負荷 $[\text{kg COD} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}]$ を計算せよ。
- (3) COD 除去速度 $[\text{kg COD} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}]$ を計算せよ。
- (4) デンプンの構成分子($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)の酸化半反応式を示せ。
- (5) メタン (CH_4) の酸化半反応式を示せ。
- (6) 嫌気下でのデンプンの構成分子($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)の分解反応式を示せ。
- (7) メタンの COD 当量 $[\text{g COD} \cdot \text{mol}^{-1}]$ を求めよ。
- (8) COD 消費量当たりの理論的なメタン生成量 $[\text{Nm}^3 \cdot \text{kg COD}^{-1}]$ (0°C , 1 気圧) を求めよ。
- (9) 1 日に発生するメタン発生量 $[\text{Nm}^3 \cdot \text{d}^{-1}]$ を計算せよ。

問題

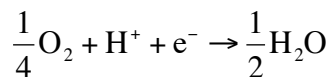
反応速度論に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 次反応 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ において、A の初濃度 $[\text{A}]_0$ が半分になるまでの時間 $t_{1/2}$ を求めよ。なお、反応速度定数は k_1 とする。
- (2) 完全混合流れの反応タンクにおいて、流入物質 S は 1 次反応で分解される。S の流入濃度が C_0 の時、流出の濃度を求めよ。なお、水理学滞留時間は T で、反応速度定数は k_1 である。
- (3) ミカエリス・メンテン式の酵素反応機構を示せ。

問題

グルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 含有廃水の嫌気性処理に関して、

- (1) グルコースの酸化半反応式を示せ。
- (2) グルコースの COD 当量 $[\text{g COD} \cdot \text{mol}^{-1}]$ を示せ。なお、酸素の還元半反応式は次の通りである。



- (3) メタン (CH_4) の酸化半反応式を示せ。
- (4) 嫌気下でのグルコースの分解反応式を示せ。
- (5) COD 除去速度 $64 [\text{kg COD} \cdot \text{d}^{-1}]$ の時のメタンの発生量 $[\text{mol CH}_4 \cdot \text{d}^{-1}]$ を求めよ。

問題

浄水プロセスにおける急速ろ過と緩速ろ過の浄化原理の違いについて、図を用いて 400 字程度で説明せよ。

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	---

問題

浄水について、塩素、オゾン、紫外線による消毒の特徴をそれぞれ 100 字程度で述べよ。

問題

下水の収集方法は合流式から分流式へと変わってきている。その理由を 200 字程度で説明せよ。

問題

下水処理場の活性汚泥法から発生する余剰汚泥の有効利用方法を 2 つ挙げ、それぞれの特徴を 200 字程度で説明せよ。

問題

活性汚泥法による下水処理において、生物学的窒素除去するための処理フローを図示し、窒素と有機物が除去される機構を微生物の役割から説明せよ。

問題

水域の自浄作用とはどのようなものか説明せよ。

問題

$3.0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ の酢酸ナトリウム溶液について以下の問いに答えよ。酢酸の解離定数は $\text{pK}=4.70$ である。

- (1) 酢酸ナトリウムはほとんど解離していると見なして、 pH を求めよ。
- (2) 解離していない CH_3COOH の濃度を求めよ。

問題

酢酸と酢酸ナトリウムを混合した緩衝液について以下の問いに答えよ。(酢酸は解離度 α が小さいためほとんど解離しておらず、酢酸ナトリウムはほとんど解離していると見なしてよい)

- (1) 酢酸の解離平衡式から pH を求める式を求めよ。
- (2) 0.1 mol/L の酢酸 ($\text{pK}_a=4.76$) を 250 mL と 0.1 mol/L の酢酸ナトリウムを 250 mL 混合し、 500 mL とした場合の pH を求めよ。
- (3) (2) の溶液に対し、 0.1 mol L^{-1} の塩酸を 5 mL 加えた場合の pH を求めよ。

問題

微生物相を解析する技術に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 未培養微生物群の特定と機能が同時に解析できる分子生物学的手法を一つ挙げ、その特徴を 300 字程度で説明せよ。
- (2) 定量 PCR 法において一般的に用いられる方法を一つ挙げ、図を用いて原理を説明せよ。

問題

微生物生態に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 細胞内に存在する主な RNA を 3 つ挙げ、300 字程度で説明せよ。

科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
------------------------------	---

- (2) 微生物分類におけるドメインについて 300 字程度で説明するとともに、それぞれ代表例を挙げよ。
- (3) 近年分子生物学的手法の発展から、環境中にはその存在が示唆されているが、実験室では培養できていない未培養微生物の存在が明らかになっている。実験室内で培養が困難である理由を二つ挙げ、400 字程度で説明せよ。

問題

以下の用語を説明せよ。

ミティゲーション

腐植食物連鎖

極限環境微生物

次世代シーケンサー

リンネの二名法

質量作用の法則

模 擬 問 題

専門科目 II

水理学（運動量とエネルギーの保存則，層流と乱流，開水路と管路の流れ）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Hydraulics (conservation laws of momentum and energy, laminar and turbulent flows, and flows in open channels and conduits)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
------------------------------	-------------------

問題 1

広幅の長方形断面を有する開水路における等流に対するレイノルズ方程式は次式で表される.

$$\left. \begin{aligned} 0 &= g \sin \theta + \nu \frac{d^2 \bar{u}}{dz^2} + \frac{d(-\overline{u'w'})}{dz} \\ 0 &= -g \cos \theta - \frac{1}{\rho} \frac{d\bar{p}}{dz} \end{aligned} \right\}$$

ここで, θ は水路の傾斜角, g は重力加速度, ρ は水の密度, ν は水の動粘性係数を表し, z は水路床を 0 とし, 水路床に垂直上向きを正とした座標である.

水深を h として, 以下の間に答えよ.

- (1) 圧力分布 $\bar{p}(z)$ を求めよ.
- (2) セン断応力分布 $\bar{\tau}(z)$ と摩擦速度 u_* を求めよ.
- (3) 層流であるとき, その流速分布が次式で表されることを示せ.

$$u(z) = \frac{g \sin \theta}{2\nu} (2hz - z^2)$$

- (4) 乱流であるとき, その流速分布が次式で表されることを示せ. ただし, 混合距離 l_m は $l_m = \kappa z \sqrt{1 - z/h}$ と表されるものとする.

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln z + C$$

ここで, κ はカルマン定数, C は積分定数である.

Question 1

For a uniform flow in a wide rectangular open-channel, the Reynolds equations are as follows:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= g \sin \theta + \nu \frac{d^2 \bar{u}}{dz^2} + \frac{d(-\overline{u'w'})}{dz} \\ 0 &= -g \cos \theta - \frac{1}{\rho} \frac{d\bar{p}}{dz} \end{aligned} \right\}$$

where θ is the tilt angle of the channel, g the acceleration of gravity, ρ and ν are the density and the kinematic viscosity of water, respectively. The coordinate z is perpendicular to the channel bed and the origin is on the bed; the positive direction is upward.

Let h be the water depth, answer the following questions.

- (1) Find the pressure distribution $\bar{p}(z)$.

次ページへ続く (Continued on the following page.)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
------------------------------	-------------------

(2) Find the distribution of the shear stress $\bar{\tau}(z)$ and the shear velocity u_* .

(3) In the case of laminar flow, derive the velocity distribution: $u(z) = \frac{g \sin \theta}{2\nu} (2hz - z^2)$.

(4) In the case of turbulent flow, given Prandtl's mixing length $l_m = \kappa z \sqrt{1 - z/h}$, derive the velocity distribution:

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln z + C, \text{ where } \kappa \text{ is the Karman constant and } C \text{ is the constant of integration.}$$

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
------------------------------	-------------------

問題 2

Fig. 2-1 に示すように、隆起部のある水平な広幅の長方形水路に単位幅流量 q の水が流れている。上流域の流れは常流である。水の密度を ρ 、重力加速度を g 、エネルギー係数を α 、運動量係数を β と表し、エネルギー損失は無視できるものとする。以下の間に答えよ。

- (1) 隆起の頂部における比エネルギーを求めよ。
- (2) 隆起の頂部で限界流となっているとき、頂部における水深と比エネルギーおよび、隆起部の高さ Δz_c を求めよ。
- (3) 隆起部に働く単位幅あたりの抗力を求めよ。

Question 2

As shown in Fig. 2-1, the water is flowing at a flow rate per unit width q in a horizontal, wide rectangular open-channel with a raised ridge. The flow at the upstream site is subcritical flow. Let ρ be the water density, g be the acceleration of gravity, α be the Coriolis coefficient and β be the Boussinesq coefficient. Assuming that the energy loss of the flow is negligible, answer the following questions.

- (1) Find the specific energy at the top of the raised ridge.
- (2) When the flow is critical at the top of the raised ridge, find the water depth and the specific energy at the top of the raised ridge, and the height of the raised ridge Δz_c .
- (3) Find the drag per width on the raised ridge.

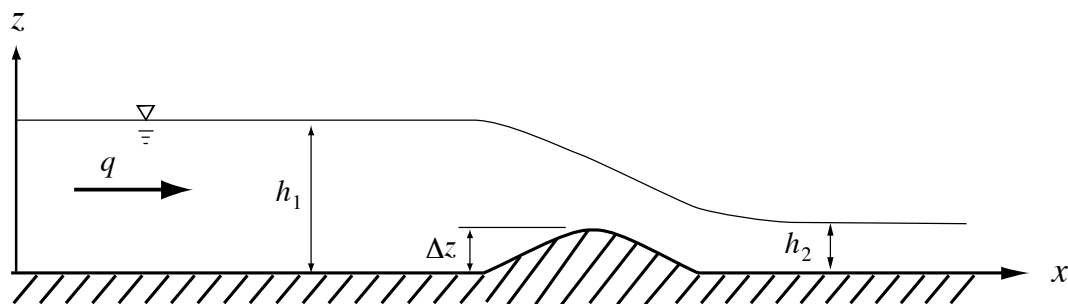


Fig. 2-1

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
------------------------------	-------------------

問題3

Fig. 3-1 に示すように、広い水槽に長さ l 、直径 d の管路が接続していて、管路を流れてきた水が大気中に放出されている。管路の先端には放出口の直径が d' のノズルが取り付けられている。水槽は十分広いので、放水による水槽内の水位の低下は無視できる。摩擦損失係数を f 、重力加速度を g と表し、管路入り口とノズル部のエネルギー損失は無視できると仮定して、以下の問に答えよ。

- (1) 放出口での流速 v' と管路内の流速 v を求め、それらの流速が管径の比 d'/d とともにどのように変化するか説明せよ。
- (2) ノズルがあるときの流量 Q' とノズルがないときの流量 Q の比 Q'/Q を求め、それが管径の比 d'/d とともにどのように変化するかを述べよ。

Question 3

As shown in Fig. 3-1, the water in the tank is flowing through the nozzle with the diameter of d' into the atmosphere. The length and diameter of the horizontal straight pipe are l and d , respectively. The change of the water level in the tank is negligible because the area of the water surface is large. Let f be the friction coefficient of the pipe and g be the acceleration of gravity.

Assuming that the energy losses of the flow at the entrance and the nozzle are negligible, answer the following questions.

- (1) Find the flow velocity v' at the nozzle and the velocity v in the pipe. In addition, explain how the velocities change with the ratio of diameter d'/d .
- (2) Find the ratio Q'/Q , where Q' is the flow rate of the pipe with the nozzle and Q is the flow rate without the nozzle. In addition, explain how the ratio Q'/Q changes with the ratio of diameter d'/d .

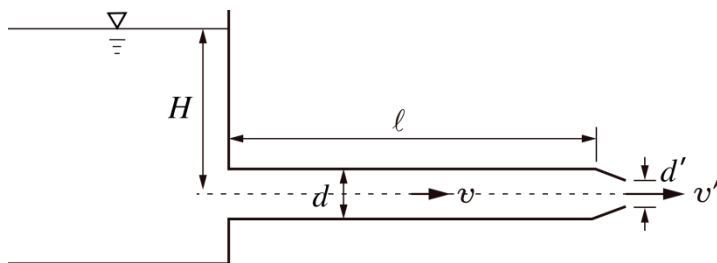


Fig. 3-1

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---

科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
------------------------------	-------------------

問題 4

摩擦損失をシェージーの公式($v = C\sqrt{hI_f}$)により与えると, 広幅長方形断面水路の水面形方程式は

$$\frac{dh}{dx} = i_0 \frac{1 - (h_0/h)^3}{1 - (h_c/h)^3} \quad (4-1)$$

と表される. ここで, h は水深, x は水路床に沿った座標 (流下方向を正), i_0 は水路勾配, h_0 は等流水深, h_c は限界水深である. 以下の問に答えよ.

- (1) 式(4-1)を導出せよ. 与えられていない水理量はその定義を述べて使用せよ.
- (2) Fig. 4-1 に示すように, 2つの貯水池を結ぶ広幅水路で水路勾配が急勾配から緩勾配に変化している. 上流貯水池の水位は, 水路上流端での限界流の水位より高く, 下流貯水池の水位は下流端での限界流の水位より低い. 可能な水面形を等流水深線と限界水深線とともに描き, 水面形の名称および追跡方向の矢印を記入せよ. ただし, 各水路長は十分長いものとし, 射流から常流への遷移が急勾配水路で起こる場合と緩勾配水路で起こる場合の両方について水面形を示せ.

Question 4

In the case of the Chézy's formula ($v = C\sqrt{hI_f}$), the water surface profile in a wide rectangular open-channel is given by the following equation:

$$\frac{dh}{dx} = i_0 \frac{1 - (h_0/h)^3}{1 - (h_c/h)^3} \quad (4-1)$$

where h is the water depth, x the coordinate along the channel (downstream is positive), i_0 the channel slope, h_0 the normal depth and h_c the critical depth.

Answer the following questions.

- (1) Derive Eq. (4-1). Several hydraulic quantities required for the derivation should be defined.
- (2) As shown in Fig. 4-1, there is a wide rectangular open-channel that joins two reservoirs. The upper part of the channel has a steep slope and the lower part of the channel has a mild slope. The channel parts are sufficiently long. The water level of the upstream reservoir is higher than that of the critical flow at the upstream end. The water level of the downstream reservoir is lower than that of the critical flow at the downstream end.

Draw possible water surface profiles with the lines of the normal depth and the critical depth. In addition, write in the names of the water surface profiles and indicate the tracking directions of the profiles by arrows. Since the transition from the supercritical flow to the subcritical flow occurs at the steep or the mild slope, show the surface profiles in the two conditions.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
------------------------------	-------------------

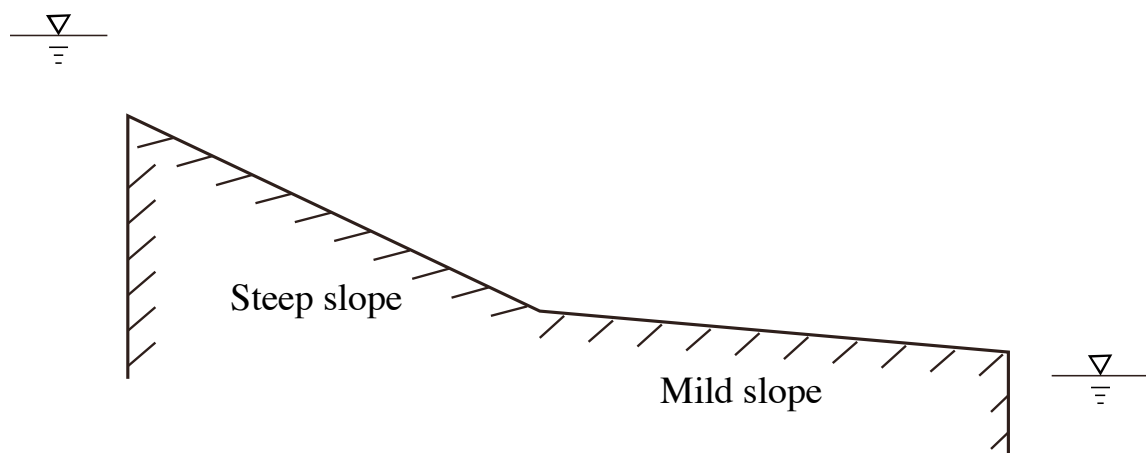


Fig. 4-1

模 擬 問 題

専門科目 II

土木計画学（都市計画, 交通需要予測）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Infrastructure and Transportation Planning (city planning and transportation demand forecasting)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---

科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
------------------------------	--

問題 1

以下の条件下で表 1 の標本データ x の母平均 μ を信頼率 95% で区間推定せよ。

- (1) 母分散 σ^2 は既知とする。 σ^2 は 5, 信頼率 95% の z 値は 1.96 である。
- (2) 母分散 σ^2 は未知とする。 信頼率 95% の自由度 4 の t 値は 2.8 である。

表 1 標本データ

ID	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	7	4.2	17.64
2	1	-1.8	3.24
3	1	-1.8	3.24
4	4	1.2	1.44
5	1	-1.8	3.24
標本平均 $\bar{x}$	2.8	合計	28.8

Question 1

Calculate a 95% confidence interval for the population mean μ of data x in Table 1 under the following conditions.

- (1) The population variance σ^2 is known. The σ^2 is 5 and the z value of 95% confidence level is 1.96.
- (2) The population variance σ^2 is unknown. The t value of 95% confidence level with 4 degrees of freedom is 2.8.

Table 1 Data

ID	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	7	4.2	17.64
2	1	-1.8	3.24
3	1	-1.8	3.24
4	4	1.2	1.44
5	1	-1.8	3.24
Sample mean $\bar{x}$	2.8	Total	28.8

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
------------------------------	--

問題 2

回帰モデル $y_i = \sum_k b_k x_{ik} + \varepsilon_i$ に関して、以下の問に答えよ。ただし、 y_i はサンプル i の目的変数、 x_{ik} はサンプル i の k 番目の説明変数、 b_k はパラメータ、 ε_i はサンプル i の誤差項である。

- (1) 以下の式で表される回帰モデルの決定係数について説明せよ。

$$R^2 = \frac{\left(\sum_k (\hat{b}_k x_{ik}) - \bar{y} \right)^2}{(y_i - \bar{y})^2}$$

ここで、 $\hat{b}_k$ は k 番目の説明変数に関するパラメータ推定値、 $\bar{y}$ は y の平均値である。

- (2) パラメータ b_k に関する t 検定の帰無仮説と対立仮説、および有意水準について説明せよ。

Question 2

Answer the following questions about a regression model $y_i = \sum_k b_k x_{ik} + \varepsilon_i$, where y_i is an objective variable of sample i ,

x_{ik} is the k th explanatory variable of sample i , b_k is a parameter of sample i , and ε_i is an error term of sample i .

- (1) Explain R-squared of the regression model, as shown in the following equation.

$$R^2 = \frac{\left(\sum_k (\hat{b}_k x_{ik}) - \bar{y} \right)^2}{(y_i - \bar{y})^2}$$

where $\hat{b}_k$ is an estimated parameter in the k th explanatory variable and $\bar{y}$ is an average of y .

- (2) Explain the null hypothesis, alternative hypothesis and significant level of a t-test in parameter b_k .

問題 3

以下の問に答えよ。

次ページへ続く (Continued on the following page.)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
------------------------------	--

- (1) 非集計行動モデルに使われる表明選好データの長所と短所を説明せよ.
- (2) 高齢化社会における地方公共交通の問題とその対策を 400 字程度で論ぜよ.

Question 3

Answer the following questions.

- (1) Explain advantages and disadvantages in stated preference data employed in a disaggregate demand model.
- (2) Discuss problems with local public transport in aging society and discuss the countermeasures in some 200 words.

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II	専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---

科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
------------------------------	--

問題 4

複数の都市圏が被災するような大規模津波災害について、以下の問に答えよ。

- (1) 事前対策、事後対策、復興の観点から都市計画、交通計画のそれぞれの分野で必要な対策を、3 つずつ挙げよ。
- (2) 上記のうち、都市計画と交通計画の綿密な連携が必要な対策を選び、400 字程度で述べよ。

Question 4

Regarding a large tsunami damage in multiple metropolitan areas, answer the following questions.

- (1) Give three countermeasures in both city planning and transportation planning, in terms of pre disaster management, post disaster management and reconstruction.
- (2) Pick out some countermeasures requiring a close coordination between city and transportation planning exemplified in (1), and discuss them in some 200 words.

模 擬 問 題

專門科目 II

応用数学（線形代数，微積分，常微分方程式，確率・統計）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Applied Mathematics (linear algebras, differential and integral calculus, ordinary differential equation, and probability and statistics)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	応用数学 Applied Mathematics
------------------------------	-----------------------------

問題 1 (Question 1)

(1) 次の行列式を因数分解せよ.

Factorize the following determinant.

$$\begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma & 0 \\ \beta & \alpha & 0 & \gamma \\ \gamma & 0 & \alpha & \beta \\ 0 & \gamma & \beta & \alpha \end{vmatrix}$$

(2) 次の行列 $\mathbf{A}$ を対角化し, $\mathbf{A}^n$ を求めよ.

Give $\mathbf{A}^n$ for the following matrix $\mathbf{A}$, by using matrix diagonalization.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 12 \\ -1 & 0 & -6 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

問題 2 (Question 2)

部分積分を用いて次の公式を証明せよ. なお, n は自然数である.

Prove the following formula, where n is a natural number, through using integration by parts.

$$B_n = \int_0^1 (1-x^2)^n dx = \frac{2 \cdot 4 \cdots (2n)}{1 \cdot 3 \cdots (2n+1)} = \frac{(2n)!!}{(2n+1)!!}$$

問題 3 (Question 3)

次ページへ続く (Continued on the following page.)

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	応用数学 Applied Mathematics
------------------------------	-----------------------------

変数変換 $x = e^t$ を用いて, 次の常微分方程式の解を求めよ.

Find the solution to the following ordinary differential equation by changing the variable $x = e^t$.

$$x^2 y'' - 2xy' + 2y = x^2 \quad (x > 0)$$

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	応用数学 Applied Mathematics
------------------------------	-----------------------------

問題4 (Question 4)

1 から 6 までの数字を持つ立方体のサイコロを独立に 3 回投げ、それぞれの目の数を X_1 , X_2 , X_3 とする.

A cubic dice having a number from 1 through 6 is thrown three times independently. Let X_1 , X_2 and X_3 be the first, second and third number on the dice, respectively.

(1) X_1 の期待値 $E(X_1)$ を求めよ.

Give the expected value $E(X_1)$ for X_1 .

(2) X_1 の分散 $V(X_1)$ を求めよ.

Give the variance $V(X_1)$ for X_1 .

(3) $X_1 + X_2$ の期待値 $E(X_1 + X_2)$ を求めよ.

Give the expected value $E(X_1 + X_2)$ for $X_1 + X_2$.

(4) $X_1 + X_2$ の分散 $V(X_1 + X_2)$ を求めよ.

Give the variance $V(X_1 + X_2)$ for $X_1 + X_2$.

(5) $X_1 + X_2 < X_3$ となる確率を求めよ.

Give the probability for $X_1 + X_2 < X_3$.

次に、サイコロの目は独立ではなく、2 回目以降では、前回と同じ目が出る確率は他の目に比べて半減するものとする.

Consider the case when the numbers on the dice are not independent. From the second throw, the probability to have the same number on the dice as that in the last throw shall be a half of the probability for the other number.

(6) $X_1 + X_2 < X_3$ となる確率を求めよ.

Give the probability for $X_1 + X_2 < X_3$.

(7) $X_2 = 3$ であったとき、 $X_1 = 3$ である条件付き確率 $P(X_1 = 3 | X_2 = 3)$ をベイズの定理により求めよ.

Give the conditional probability of $X_1 = 3$ under the condition $X_2 = 3$, or $P(X_1 = 3 | X_2 = 3)$, by Bayes' theorem.

模 擬 問 題

専門科目 II

小論文（「希望研究課題に関する先行研究のレビュー」）

Entrance Examination Sample Questions

Specialized Subject II

Essay ("Review of previous studies regarding desired research topic")

広島大学大学院工学研究科博士課程前期 入学試験模擬問題
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Sample Questions

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目Ⅱ) Civil and Environmental Engineering II
-----------------	--

専攻 Department	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering
------------------	---

科目 Specialized subject	小論文 Essay
------------------------------	--------------

問題

大学院博士課程前期入学後の希望研究課題を記したうえで、希望研究課題に関して、研究の背景、先行研究の目的、方法、成果、残された課題等を整理して、1,600字程度で記述せよ。

Question

After writing your desired study topic in the master's program, explain the background of the study and summarize the objectives, methodologies, results and problems of previous studies, in some 800 words.