

平成 27 (2015)年度

東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻

## 入学試験問題冊子

2014 年 8 月 25 日(月) 13:00~16:00 (180 分)

分野 1	(構造・設計)	p. 2
分野 2	(材料・地盤)	p. 4
分野 3	(水圏工学)	p. 8
分野 4	(経済・空間情報)	p. 11
分野 5	(国土・都市・交通・景観)	p. 13
分野 6	(国際プロジェクト・マネジメント)	p. 15
分野 7	(数学)	別冊

### 注意事項

- 手元にある『「社会基盤学」試験分野の調査票』が自分のものであることを確認し、調査票に書かれている 2 分野に対して解答してください。調査票と異なる分野の解答は採点されません。
- 第 1 問、第 2 問などの大問ごとに、必ず別の解答用紙を使用してください。
- すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を、科目名欄には分野名(分野 1、分野 2 など)と問題番号(第 1 問、第 2 問など)を記入してください。白紙答案の場合も必ず、受験番号欄、科目名欄を記入してください。
- 解答用紙の裏面を使用してもかまいません。分野 1 から 6 について、追加の解答用紙が必要な場合は、手を挙げて請求してください。
- 1 つの大問に 2 枚以上の解答用紙を使用した場合には、答案枚数欄に何枚中何枚目であるか記入して下さい。
- 計算用紙が必要な場合は、手を挙げて請求してください。計算用紙として使用した解答用紙にも、受験番号を記入し、さらに計算用紙であることを明記してください。
- 試験終了時には、問題冊子、調査票、計算用紙として使用した解答用紙をすべて回収します。
- 分野 7 (数学) は別冊となります。6 問中 2 問を選択して解答してください。分野 7 (数学) の解答用紙は異なりますので注意してください。また、分野 7 (数学) の解答用紙を追加することはできません。

## 分野 1 (構造・設計)

### 第 1 問

ヤング率  $E$ 、断面 2 次モーメント  $I$ 、長さ  $L$  の単純支持された梁を考える。

- (1) 単位長さ当り  $p$  の一様な分布荷重を受ける場合、梁の変位  $w$  の境界値問題を記せ。

梁の軸方向を  $x$  軸、左端と右端を  $x=0$  と  $x=L$  とする。 $p$  は鉛直方向、 $w$  も鉛直方向の成分である。なお、境界値問題は微分方程式と境界条件を記せばよく、微分方程式等を導出する必要はない。

- (2) 梁の一部が損傷した場合を考える。損傷を断面 2 次モーメント  $I$  の低下とすると、 $x$  に依らず一定であった  $I$  が  $x$  によって変わることになる。同じ記号を使うが断面 2 次モーメントを  $I(x)$  として、(1) の境界値問題の微分方程式を書き直せ。

- (3) 損傷する前と後で、梁のモーメントの分布は変化するか。変化の有無を明記した上で、その理由を簡潔に説明せよ。

- (4) 損傷する前と後で、梁の座屈荷重は変化するか。変化の有無を明記した上で、その理由を簡潔に説明せよ。

## 第2問

図1に示す3つの車両の運動を考える。いずれの車両も質量は  $m$  であり、進行方向の運動に対する摩擦力は十分小さく、無視できるものとする。車両2はばねBにより車両3と連結されている。速度  $v$  で運動する車両1が時間  $t=0$  において、ばねAを介して車両2に連結する。連結前には車両2、3は共に静止しているものとする。ばねAとBのばね定数は  $k$  である。 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$  は各車両の変位を表し、 $x_1(0)=x_2(0)=x_3(0)=0$  とする。次の各問いに答えよ。

- (1) この系の運動方程式を  $t < 0$ 、 $t \geq 0$  について、それぞれ示せ。
- (2)  $t \geq 0$  における系の固有振動数とモード形を全て求めよ。
- (3) 多自由度系モードの直交性及び直交性を利用する利点を説明し、(2)のモードが直交性を満たすことを示せ。
- (4)  $t \geq 0$  における系の応答を求めよ。

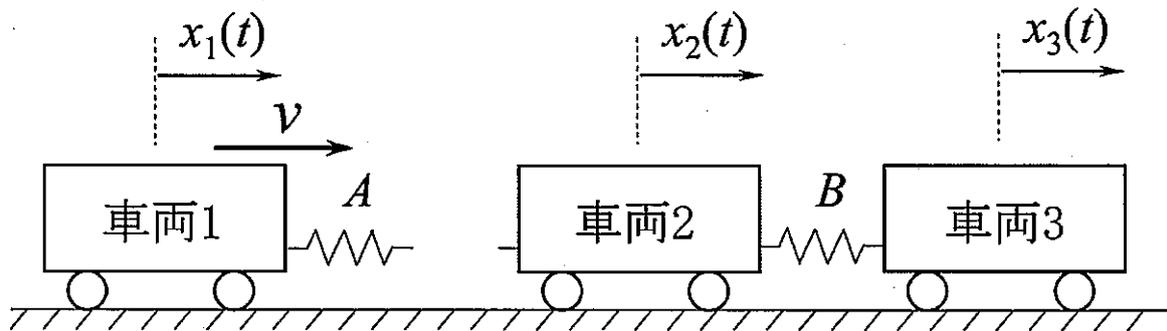


図1 ばねで連結された車両の運動

## 分野 2 (材料・地盤)

### 第 1 問

(1) 次の各問いに答えよ。解答に際して必要な材料特性値が与えられていないと判断した場合には、その材料特性値を定義した上で解答を進めよ。

- a) 図 1 に示す鉄筋コンクリート断面の終局曲げ耐力  $M_u$  (軸力ゼロ時) を求めよ。
- b) 図 1 の断面に一定の軸力を作用させた状態で曲げモーメントを作用させる場合、終局曲げ耐力は軸力に応じて変化する。最も大きな終局曲げ耐力を与える軸力を求めよ。

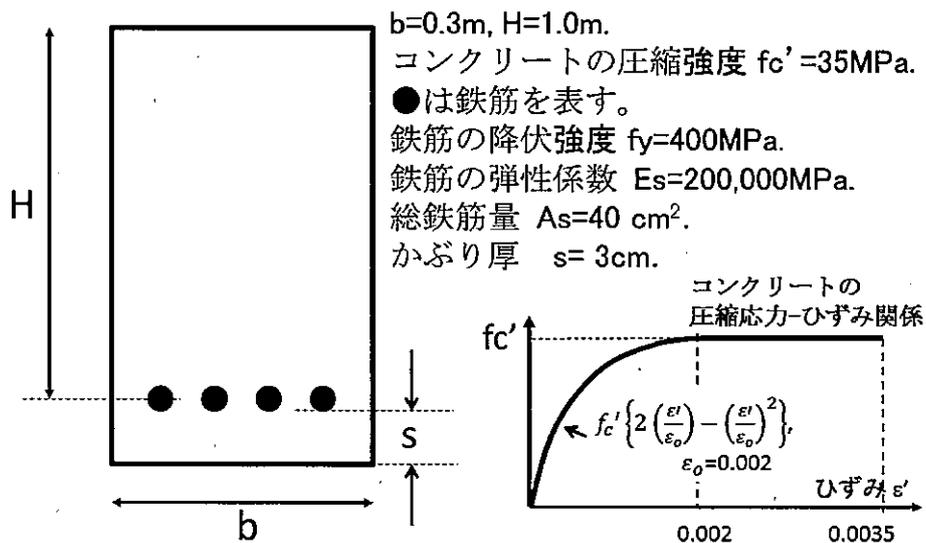


図 1 鉄筋コンクリート断面と材料特性値

(2) 次の各問いに答えよ。

- a) 表 1 に示すフレッシュコンクリートの配合において、単位水量と細骨材率の両者を固定してセメント量を増加させたとき、練混ぜ直後のフレッシュコンクリートのスランプ値、硬化後の乾燥収縮量、および材齢 28 日の圧縮強度がどのように変化するかを、4 行以内で簡潔に解説せよ。なお、化学混和剤は使用せず、品質の安定した骨材を使用するものとする。

表1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラン プ(cm)	水セメン ト比 (%)	空気量 (%)	細骨材 率 s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤
20	8	55	2	44	187	340	800	1050	0

注) 普通ポルトランドセメント使用

- b) 既に硬化して十分な強度が発現している大型コンクリートスラブの上に、新たにコンクリート壁を打込むことを考える。図2のA点とB点に発生するコンクリートの主応力と引張強度が時間の経過とともに、どのように変化するかを図解せよ。

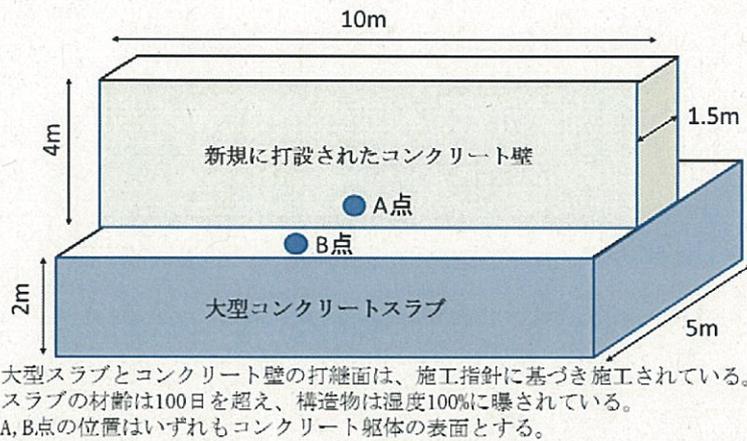


図2 大型スラブ上に打設されたコンクリート壁

- c) 頻繁に移動する交通荷重が、床版を介して単純支持された鉄筋コンクリート梁の上面に繰り返し作用するとする。図3に示す断面A、断面Bのうち、いずれの寿命が長いのか、5行程度で考察せよ。使用するコンクリートの配合は表1に示すものとし、コンクリートの打設と養生は、標準的な施工指針類に従って実施されたものとする。

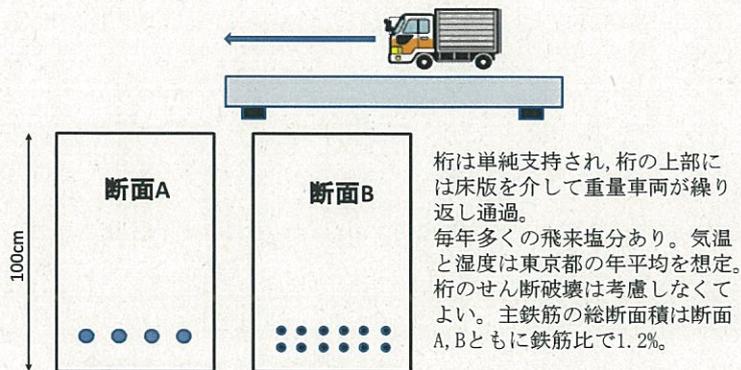


図3 移動交通荷重を受ける鉄筋コンクリート梁

## 第2問

(1) 以下の問に答えよ。

- a) 透水性が低く含水比の高い地盤材料で、高さの高い盛土を急速施工すると、盛土の崩壊の危険が高まる理由を、5行以内で説明せよ。
- b) 地盤の圧密にかかる時間が、圧密層の厚さの2乗に比例する理由を、5行以内で説明せよ。圧密層の厚さ以外の条件は同じとする。

(2) クーロンの土圧理論では、図4のように、壁面が下端のヒンジを中心に主働方向に変位するときの、奥行き 1m あたりの総土圧とすべり面の角度を、極限釣り合い法により求める。その過程を、以下の小問に沿って示せ。裏込め土は、粘着力  $c=0$  (kN/m<sup>2</sup>)、せん断抵抗角  $\phi > 0$ 、単位体積重量  $\gamma_d$  (kN/m<sup>3</sup>) の乾燥砂とする。壁面の高さは  $H$  (m) で、壁面と裏込め土とのまさつは無視する。

- a) 角度  $\alpha$  のすべり面を仮定したとき、このすべり面と壁面とに挟まれる三角形の土塊にかかる力には、重力  $W$  (kN)、壁面からの総土圧  $P$  (kN)、すべり面上のまさつ力  $S$  (kN) と垂直抗力  $F$  (kN) がある。これら4つの力について、水平、垂直成分の力の釣り合い式を示せ。
- b) a) の釣り合い式を解いて、総土圧  $P$  から、まさつ力  $S$  と垂直抗力  $F$  を求める式を導け。
- c) すべり面上のモールクーロンの破壊規準に基づいて、垂直抗力  $F$  がかかっているときに抵抗できる最大まさつ力  $S_{\max}$  (kN) を求めよ。
- d) 安全率  $SF = S_{\max} / S$  を総土圧  $P$  と角度  $\alpha$  で表せ。
- e) 壁面が主働方向に変位するにつれて、総土圧  $P$  は減少し、安全率  $SF = 1$  となるようなすべり面ですべり破壊することを考慮し、主働破壊時の総土圧  $P$  とすべり面の角度  $\alpha$  を求めよ。

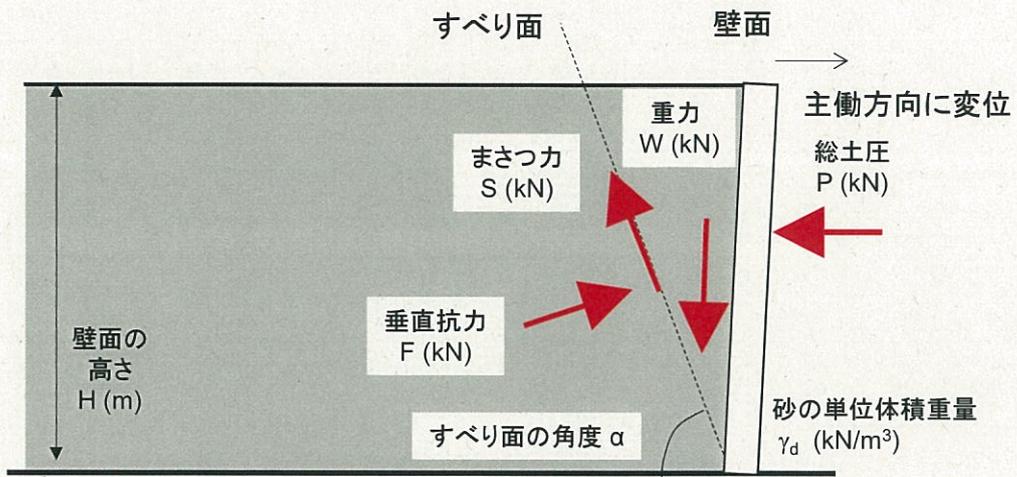


図4 主働方向に動く壁面とすべり面

### 分野3 (水圏工学)

#### 第1問

$x$ - $y$  平面上の二次元非定常流れ場の各流速成分が次のように表される。

$$u = ax \cos(\omega t), \quad v = -ay \cos(\omega t),$$

ここに、 $t$  は時間、 $u, v$  はそれぞれ  $x$  および  $y$  方向の流速成分、 $a, \omega$  は正の定数である。

このとき、流体には外力の作用はないものとして、以下の問いに答えよ。ただし、流体の密度は  $\rho$  とする。

- (1) 流れ場が非圧縮条件を満たすことを示せ。
- (2) 流速成分に対応する速度ポテンシャルを求めよ。
- (3) 流線を表す式を求め、 $t=0$  における第1象限の流れ場を流線により図示せよ。
- (4) 流体加速度の  $x$  および  $y$  方向成分を求めよ。
- (5)  $p_e$  を原点の圧力を基準とした圧力として次のように定義する。

$$p_e(x, y, t) = p(x, y, t) - p(0, 0, t),$$

ここに、 $p$  は流れ場の絶対圧である。このとき、流れ場の圧力  $p_e$  を求めよ。

- (6) 原点  $O$  と点  $P(x_p, y_p)$  とを結ぶ線分を通過する単位厚さ当たりの流量を求めよ。
- (7)  $t=0$  のときに点  $P(x_p, y_p)$  にあった流体粒子の任意時刻  $t$  における位置を求めよ。
- (8) (7)の流体粒子の圧力  $p_e$  の  $t=0$  における時間変化率を求めよ。

## 第2問

下記は、IPCC 第5次評価報告書 第2作業部会報告書「気候変動 2014: 影響、適応、及び脆弱性」の政策決定者向け要約の一節である。下線部①～④に関して、下記の(1)～(4)の問いに答えよ。

淡水に関連する気候変動のリスクは、温室効果ガス濃度の上昇に伴い著しく増大する(証拠が確実、見解一致度が高い)。水不足を経験する世界人口の割合、及び①主要河川の洪水の影響を受ける割合は、21世紀の温暖化水準の上昇に伴って増加する。

②21世紀全体の気候変動は、ほとんどの乾燥亜熱帯地域において再生可能な地表水及び地下水資源を著しく減少させ(証拠が確実、見解一致度が高い)、分野間の水資源をめぐる競争を激化させると予測されている(証拠が限定的、見解一致度は中程度)。現在の乾燥地域では、RCP8.5<sup>注</sup>の下で、干ばつの頻度が21世紀末までに増加する可能性が高い(確信度が中程度)。③対照的に水資源は高緯度において増加すると予測されている(証拠が確実、見解一致度が高い) 気温上昇、大雨によってもたらされる堆積物・栄養素・汚染物質負荷量の増大、干ばつ時の汚染物質濃度の増大、洪水時の処理施設の障害といった要因が相互作用することによって、気候変動は、従来の処理を行うとしても原水の質を低下させ飲料水の質にリスクをもたらす(証拠が中程度、見解一致度が高い)。④シナリオ計画、学習ベースのアプローチ、柔軟で後悔の少ない解決策などの適応型水管理技術が、気候変動による不確実な水文学的変化や影響に対するレジリエンスを形成することに役立つ(証拠が限定的、見解一致度が高い)。

出典:IPCC 第5次評価報告書 第2作業部会報告書「気候変動 2014: 影響、適応、及び脆弱性」 政策決定者向け要約(環境省暫定訳)、2014年

注: 代表的濃度パス(RCP)は、4つの温室効果ガス濃度に対応した排出シナリオであり、大気中の温室効果ガス濃度が大気を与える影響の大きさをもとに算定されている。RCP8.5は4つのうち最も温暖化の影響が大きい排出シナリオである。

- (1) 下線部①の理由を、下記の2つの観点からそれぞれ50字程度で簡潔に説明せよ。
- a) 豪雨が増加するメカニズムの観点
  - b) 降雨の時空間特性の観点
- (2) 下線部②に関して、大気大循環の観点から、考えられる理由を50字程度で簡潔に記述せよ。
- (3) 下線部③と述べられているにも関わらず、高緯度の地域においても、水資源管理は困難になると考えられている。その理由を、下記の2つの観点からそれぞれ50字程度で簡潔に説明せよ。
- a) 降水パターンの変化の観点
  - b) 高緯度地域に見られる水循環特性の観点
- (4) 下線部④に関して、下記の用語をそれぞれ50字程度で簡潔に説明せよ。
- a) シナリオ計画
  - b) 学習ベースのアプローチ
  - c) 柔軟で後悔の少ない解決策

## 分野 4 (経済・空間情報)

### 第 1 問

費用便益分析について、以下の各問いに答えよ。

- (1) 費用便益分析では、将来の価値は現在よりも低いものと考えて、将来発生する便益や費用は、社会的割引率によって現在価値に換算される。ここで、将来の価値は現在よりも低いと考えられる理由を 2 つ挙げてそれぞれ 2 行程度で説明せよ。
- (2) 費用便益比法が用いられる場合に、費用便益比が 1.5 や 2 を超えることが求められるケースがある。このような判断基準が用いられる理由を 3 つ挙げ、それぞれ 1 行程度で説明せよ。
- (3) 費用便益比法に加えて、経済的内部収益率法によってプロジェクトの社会的効率性が判断されるケースもある。経済的内部収益率が社会的割引率よりも高いと、プロジェクトが社会的に見て効率的だと考えられる理由を 4 行程度で説明せよ。
- (4) 費用便益分析では、政府から民間企業に支払われる補助金は計算上無視されることが多い。この理由を 3 行程度で説明せよ。
- (5) 費用便益分析は、社会的な投資効率性を評価することには適しているが、社会的な公平性を評価するのには適していない。その理由を、二人の構成員のみからなる社会を想定して 3 行程度で説明せよ。必要に応じて図表や数式を用いてもかまわない。

## 第2問

次の各問いに答えよ。

- (1) GPS 衛星による測位方法の種類を3つ挙げ、それぞれの原理や位置精度をあわせて5行程度で述べよ。
- (2) 航空写真と衛星画像の特徴を、災害調査を例としてあわせて5行程度で述べよ。
- (3) 携帯電話を用いて広域の人々の流動を把握することを考える。データ取得の方法を3つ列挙し(測位方法やソフトウェアレベルで異なるもの)、「時間的な解像度や空間的な精度」と「収集可能な人数の規模」の観点から、表などを用いて特徴を示せ。
- (4) 今、あなたがある市の市長直属の政策課の課長だと仮定する。市長は行政が保有するデータを公開するオープンデータ政策に関心を持っていて、それに関する市の方針を検討するよう指示が来た。また、業務に関連した道路の維持管理情報・都市計画基礎調査・ハザードマップ等、様々な空間情報は重要になっているが、担当部課室が個別に管理をしていることが多い。今後、市が上に挙げた空間情報に関するオープンデータ化を進めることにした場合の得失と重視すべき点について10行程度で述べよ。

## 分野5 (国土・都市・交通・景観)

### 第1問

地域の災害復興にあたって、鉄道の復旧を考えている地域を想定する。以下の問いに答えよ。

- (1) 地域において鉄道事業者側(A)が復旧を検討している。この際、復旧に向けた利用者側(B)と鉄道事業者側(A)の行動選択枝の組み合わせごとに、互いが得られる利得が以下の表で表されると仮定する。双方にとって望ましい行動選択枝の組み合わせとその理由、およびその行動選択枝の組み合わせを実現するための現実的な政策について具体的に説明せよ。

表1 鉄道復旧における各主体の行動選択枝と得られる利得

		鉄道事業者側 (A)	
		鉄道を復旧	鉄道事業から撤退
利用者側 (B)	鉄道を利用	(1, 1)	(-1, 2)
	車を利用	(2, -1)	(0, 0)

※たとえば、(B)が鉄道を利用しようとしているのに、(A)が鉄道事業から撤退すれば、(B)は利得-1を、(A)は利得2を得られることを(-1, 2)として表している。

- (2) 災害復興過程における鉄道復旧事業の実現性を評価するために必要な調査分析手法を2つあげ、それぞれの方法ごとにその具体的な内容とその特徴を4行程度で説明せよ。
- (3) 災害時の地域の公共交通復旧策について、鉄道を現状復旧する以外に考えられる方法を3つあげ、それぞれ3行程度でその長所と短所を説明せよ。

## 第2問

中心市街地の再生に関する以下の各問いに答えよ。

- (1) 近年多くの都市において、個人商店によって構成される地域の商店街は、衰退が進んでいる。その要因をふたつあげて、それぞれ2行程度で説明せよ。
- (2) コンパクトシティは、中心市街地の再生によって持続可能な都市を実現する考え方のひとつである。どのような考えか、下の語をすべて用いて3行程度で説明せよ。

中心市街地の空洞化、公共交通、歩行者、機能の集約、地域コミュニティ

- (3) 図1は、ある市の景観計画に示された、商業エリアの街並み形成の基本方針である。低層の建物によるヒューマンスケールの街並みを形成することにより、歩行者にとって魅力的な街路空間を実現しようとする意図が示されている。
  - a) 街路が魅力的な歩行空間になるためには、建物のデザインの全体的調和と多様性の両立が必要である。その観点から、図に示されているデザイン上の工夫を、3行程度で説明せよ。
  - b) 街路空間の印象は、街路幅員  $D$  と建物高さ  $H$  との関係 ( $D/H$ ) によって左右される。図の街並みにふさわしいと考える  $D/H$  の例をひとつ示し、その理由を、街路空間のデザインイメージに言及しつつ、5行程度で説明せよ。

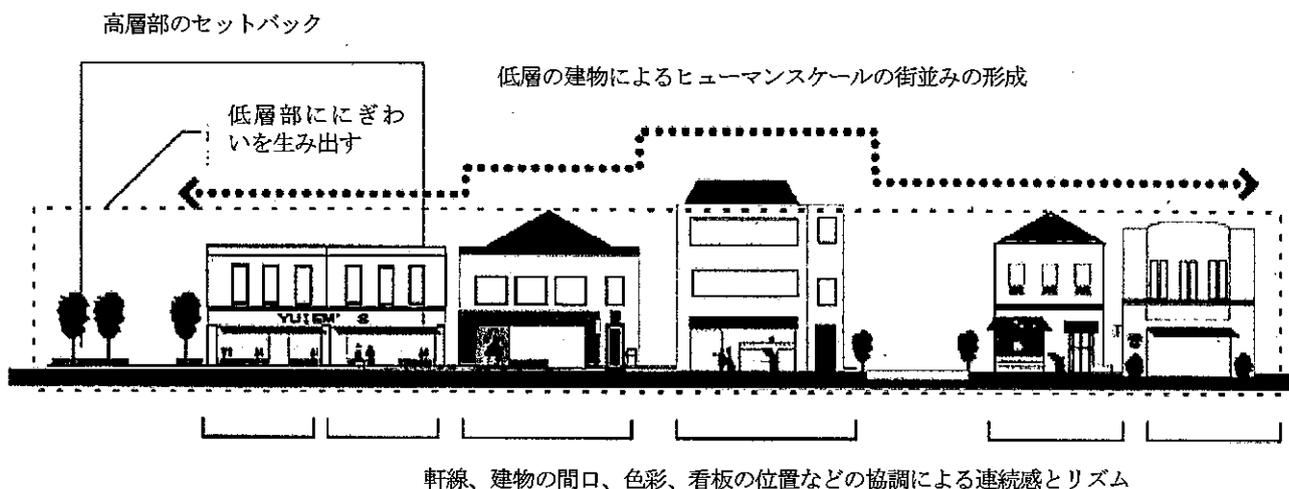


図1 商業エリアの街並み形成の基本方針例 (出典：鎌倉市景観計画、H19.1、一部改稿)

## 分野6 (国際プロジェクト・マネジメント)

### 第1問

インフラ整備事業のマネジメントに関する次の文章を読み、下線部に関する各問いに答えよ。

ある地方公共団体においてスポーツ競技の世界大会を開催することとなり、そのためのインフラ施設を整備することとなった。インフラ整備事業の事業責任者は、まず、不足する内部技術者を補うため、外部の専門家を入れた事業推進チーム①を組織した。個々のインフラ施設の設計段階では、予算、工期、インフラ施設の特徴②を考慮する必要がある。建設工事が目標予算内かつ目標工期内に終了するよう、事業責任者は、詳細設計の段階で、建設会社の選定③を行い、施工方法に対する提案や工事価格に関する情報提供を求めた。さらに、これらの情報に基づき詳細設計を確定し、事業責任者は、当該建設会社と工事価格の交渉④を行い、工事の請負契約を締結した。建設工事は、従来の調達方法に比較して、より少ない設計変更で順調に進められ⑤、目標工期内かつ予算内にインフラ施設の建設を完了した。

- (1) 下線部①に関して、適切と考えられる契約形態を、その理由とともに3行程度で説明せよ。
- (2) 下線部②に関して、一般に、事業のマネジメントにおいては、コスト・時間・品質の間には、トレードオフの関係があると言われている。インフラ施設の建設を例にして、コスト・時間・品質の間のトレードオフの関係を具体的に6行程度で説明せよ。
- (3) 下線部③に関して、適切と考えられる建設会社の選定方法を、その理由とともに4行程度で説明せよ。
- (4) 下線部④に関して、建設会社との交渉を行うに際して、留意すべき事項をその理由と

ともに4行程度で説明せよ。

- (5) 下線部⑤に関して、この文章で示されたプロセスで事業が進められた場合、より少ない設計変更で工事を進めることができる理由について4行程度で説明せよ。

## 第2問

近年、我が国の政府によって推進されているインフラシステム海外展開に関して、以下の各問いに答えよ。

- (1) インフラシステム海外展開を積極的に推進することにより、期待されている我が国にとっての利得を2つ挙げ、それぞれ3行程度で説明せよ。
- (2) インフラシステム海外展開の推進に向けて、最近、政府開発援助（ODA）に関する様々な改革が行われている。その例として、2013年の円借款改革における、重点分野における譲許性（※）の引上げと「本邦技術活用条件」に関する制度の改善がある。これらがインフラシステム海外展開の推進につながる理由を3行程度で述べよ。
- (3) 開発途上国のインフラ事業への我が国の民間企業参画を推進する方策の一つとして、ODAを活用した上下分離アプローチが考えられる。これにより、我が国の民間企業の参画が促進されると考えられる理由を3行程度で説明せよ。
- (4) 政府の努力にもかかわらず、我が国のインフラシステム海外展開はなかなか進んでいないことが指摘されている。その主な理由を3つ挙げてそれぞれ2行程度で述べよ。

※譲許性とは、貸し付けの度合いを表わす数値であり、無償資金協力を100%、市中銀行と同じ金利で貸し付けるものを0%として、計算されたもの。