

## 「トンネル」科目の出題の解説と対策

本講座で主な受講者として想定している**施工系技術者**へ向けて、「トンネル」科目の平成25～28年度の出題とそれ以前の類題を含めてそれぞれ分析し、29年度へ向けた対策について解説します。

### 1. 「トンネル」科目の受験統計値からみる近年の傾向

平成29年度の**最終合格者数は73人**で、平成28年度の**合格者数は過去最多の81人**には及びませんでしたが、近年で2番目の合格者数と合格率になりました。27年度は26年度と同じ67人で、25年度の72人がこれまででは最多でした。実際の受験者数は減少してきているにも関わらず合格者は徐々に増えてきている傾向が続いています。

**受験申込者数**は、平成22年度の788人をピークに年々減ってきており、27年度は近年最少の申込者数でしたが、28年度と29年度で回復傾向になっています。

この科目は、平成17～23年度の7年間の合格率は、建設部門の平均よりも1～3ポイント低い水準が続いていました。しかし、24年度からは合格率が上がって、28年度の合格率は25年度の17.5%に次ぐ、16.6%と高い水準になりました。

「トンネル」科目の受験統計値

項目 年度	受験申込 者数	受験者数	筆記試験 合格者数	最終合格 者数	口頭試験 合格率%	合格率%	建設部門 全体合格率
<b>29</b>	<b>662</b>	<b>493</b>	<b>81</b>	<b>73</b>	<b>90.1</b>	<b>14.8</b>	<b>12.8</b>
28	643	489	88	81	92.0	16.6	13.1
27	587	455	74	67	90.5	14.7	11.9
26	598	407	77	67	87.0	16.5	12.6
25	649	412	77	72	93.5	17.5	15.0
24	649	451	69	62	89.9	13.5	13.0
23	698	520	74	62	83.8	11.9	12.5
22	788	543	—	64	—	11.8	12.6
21	740	516	71	56	78.9	10.9	13.0
20	709	494	67	54	80.6	10.9	13.4
19	637	432	—	55	—	12.7	13.9
18	705	355	—	46	—	13.0	13.4
17	779	429	—	47	—	11.0	14.2
16	614	350	—	54	—	15.4	15.4

公共事業に関わるトンネル等の地下構造物建設の技術者がめざす選択科目で、最近の建設工事の入札（総合評価やプロポーザル方式等）で、技術士資格への評価が改めて注目されていることも関係していると思われます。「日経ケンプラッツ」

<http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/const/news/20120131/557317/>

福岡で受験の申し込んだ平成 29 年度の合格者数は 7 人でした。28 年度は過去最低の 3 人、合格率も 6.1%と全国と逆に過去最低の厳しい結果でしたが、29 年度は大きく回復を遂げました。

受験申込み者数は 29 年度 58 人、推定の受験者数は 46 人と、毎年受験申し込み者は 50 人前後です。合格率を見ると、毎年乱高下しています。

「トンネル」科目 最近の受験統計値（受験地福岡 推定値を含む）

項目 年度	受験申込 者数 人	受験者 数 人	筆記試験 合格者数人	最終合格 者数 人	口頭試験 合格 %	合格率 %	部門全体 合格率 %
29	58	46	7	7	100	15.2	14.8
28	46	35	4	3	75.0	6.1	13.1
27	60	47	9	8	88.9	17.0	14.7
26	55	41	6	4	66.7	9.8	16.5
25	56	39	4	4	100	10.7	17.5
24	53	40	4	3	75.0	7.5	13.3
23	45	35	7	7	100	20.0	11.8

トンネル科目を目指すのは、受験申込者は少人数ながら設計コンサルタント系と施工系の技術者がいて、施工系の技術者の比率が比較的高い科目と見ています。道路、鉄道、水路トンネルなどさまざまな施工現場で従事するトンネル建設業や関連する各専門工事業に所属する、トンネルあるいは地下・地中工事等の施工系技術者で、より高い目標を持って技術士試験に挑戦している方がいます。このHPでもそういう方々を支援していきます。

## 2. トンネル科目 問題Ⅱ（Ⅱ－1，Ⅱ－2）の出題の分析

トンネル科目の出題は、他の科目に比べて過去の出題と同じように、実務経験に基づく詳細な記述を求める出題となっています。問題Ⅱ、Ⅲともに専門とする事項に分けて出題されているものの、それぞれ総合的・分野横断的な出題もあって、過去問は参考になりますが、過去問の、それも得意分野のみに絞って取り組んでいては答案をまとめることは難しくなります。

平成 24 年度までは 2 つのグループ（Ⅰ－1 と Ⅰ－2）の各 8 問出題の内訳も、山岳トンネル、シールド工法、開削トンネルの 3 つの基本技術にそれぞれバランスをとった出題が続いてそれぞれ任意に 1 問ずつ選ぶことができるように、選択肢の幅が広がったのですが、25 年度からは出題数が減って選択幅が狭くなって、厳しいと感じている受験者も多いと思います。

出題全体を見ると比較的预期しやすい標準的な内容とはいえ、出題予想の当たりはずれによって、福岡での受験申込者の合格率が毎年乱高下していることは、選択科目全体の中では取り組みにくくなったということに表れている科目です。

### （1）問題Ⅱ－1（基礎知識を問う問題）

問題Ⅱ－1 は、これまでの出題全体を見ると、比較的预期しやすい標準的な内容でした。

「山岳トンネル工法」から 2 問、「開削工法」、「シールド工法」から各 1 問で、トンネル 3 工法の中の根幹的な基礎知識を問う 4 問題が出題されました。この出題分野の組み合わせは 5 年間同じです。

#### 平成 25 年度

トンネル分野の、山岳トンネルから 2 問（切羽観察項目、インバートコンクリート）、シー

ルード工事の裏込め注入から1問、開削トンネルの耐震設計のそれぞれの基礎知識を問う4問題が出題され、受験者が専門とする事項に分けて、問題Ⅱ-1で山岳トンネル、シールドトンネル、開削トンネルの各分野から出題、そのうち2問選択（各1枚以内）が求められています。

Ⅱ-1-1 山岳トンネルの切羽観察項目を列挙し、それぞれの項目の評価区分について記述せよ。

Ⅱ-1-2 山岳トンネルのインバートコンクリートの施工上の留意点について述べよ。

Ⅱ-1-3 シールド工事における裏込め注入について以下の問いに答えよ。

(1) 注入材に必要な性質を挙げよ。(2) 裏込め注入工の施工管理法を2つ挙げて、その概要と留意点について説明せよ。

Ⅱ-1-3の問題の解説として、項目立ての例を挙げます。

出題テーマ : シールド工事における裏込め注入について材料、施工管理法を説明

注入材に必要な性質	・・・1. 注入材に必要な性質	
施工管理法を2つ	・・・2. 施工管理法（2つ）	1)・・・ 2)・・・
概要と留意点を説明	・・・3. 概要と留意点	1)・・・ 2)・・・

Ⅱ-1-4 図1に示す開削トンネルの耐震設計の一般的な手順（図1 耐震設計の手順（フローシート・略）のうち、(イ)～(ハ)に入る手順を挙げそれぞれの内容について述べよ。

項目立ての例を挙げます。

出題のテーマ : 開削トンネルの耐震設計の手順を説明してフローを完成

項目立ての例 1. フロー図の空白部分の(イ)に当たる手順を挙げ、その内容を記述  
2. (ロ)に当たる手順を挙げ、その内容を記述  
3. (ハ)に当たる手順を挙げ、その内容を記述

図（フロー）の空白部分の穴埋めによつての出題は、このトンネル科目のみでした。

## 平成26年度

山岳トンネルから2問（坑口、シート防水工）、開削トンネルの設計（荷重条件）、シールドトンネルのセグメントの構造設計から1問、のそれぞれの基礎知識を問う4問題が出題され、そのうち2問選択（各1枚以内）が求められています。

Ⅱ-1-1 山岳工法によりトンネルを建設する際に坑口部で予想される問題点を5つ挙げ、それぞれについて設計上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 山岳工法により建設される排水型トンネルのシート防水工について、施工上の留意点を述べよ。

平成21年度 トンネルⅡ-1-2 に以下の類題が出ています。

山岳トンネルにおける防水型トンネルと排水型トンネルについて、次の問いに答えよ。

(1) 設計上の留意点を述べよ。

(2) 施工上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-3 開削トンネルの設計について

- (1) トンネル本体の設計、施工時荷重を考慮する必要がある場合を3つ挙げよ。
- (2) トンネルに作用する荷重条件に大きな変化をもたらす荷重を考慮する必要がある地盤変位の事象を3つ挙げよ。
- (3) トンネル縦断方向の構造解析が必要となる場合の理由について述べよ。

項目立ての例を挙げます。

出題のテーマ：開削トンネルの設計時と施工時における荷重条件の変化への考慮

- 項目立ての例
1. 施工時荷重を考慮する必要がある場合を(3つ)挙げ
  2. トンネルに作用する荷重条件に大きな変化をもたらす荷重を考慮する必要がある地盤変位の事象を(3つ)挙げ
  3. トンネル縦断方向の構造解析が必要となる場合の理由を述べる

#### Ⅱ-1-4 シールドトンネルのセグメントの構造計算について

- (1) 横断方向の断面力の計算法、
  - ① 慣用計算法
  - ② はりばねモデルによる計算法について、それぞれ特徴を述べよ。
- (2) 縦断方向の断面力を計算する必要がある場合を3つ挙げよ。

この中で、Ⅱ-1-3が(1)～(3)の3つの小設問、Ⅱ-1-4が(1)と(2)の2つの小設問に分けて記述を求めています。I枚の答案用紙に要領よくバランスを考えて記述しなければなりません。

#### 平成27年度

この出題の組み合わせは同じで、そのうち2問選択(各1枚以内)が求められています。

この4問のテーマは、いずれも過去の出題でも幾度となく出題され、それぞれのトンネル工法の分野では基礎知識の範囲とされるテーマです。

特にⅡ-1-1の「山岳トンネルの鋼製支保工」は、定番の知識を問う出題といえますので、過去問からも予想しやすかったといえます。

またⅡ-1-2の「近接する周辺構造物への影響防止対策」も予想しやすく、この2問が山岳トンネル工法の出題でした。

Ⅱ-1-3が「開削工法の盤ぶくれ対策」、で、他の科目例えば「施工計画科目」でもたびたび出題されています。

Ⅱ-1-4は、シールド工法の説明を求める出題で、過去にも類題が出されるなど、定番の出題です。

#### 平成28年度

出題の組み合わせは同じです。そのうち2問選択(各1枚以内)が求められています。

Ⅱ-1-1 山岳トンネルを建設する際に、計画段階において検討すべき周辺環境に及ぼす影響を4つ挙げるとともに、それらに対する対策について述べよ。

Ⅱ-1-2 山岳トンネルのずり運搬方式を3つ挙げるとともに、各方式の特徴について説明せよ。

Ⅱ－１－３ 市街地の道路部直下に掘削幅 20 m、深さ 25 m の開削工法による地下トンネルを計画している。対象地盤がすべて N 値 1 ～ 2 程度の極めて軟弱な不透水性の粘性土であると仮定して、トンネルの掘削に伴う土留め壁の変形を抑制するための設計及び施工上の対策をそれぞれ 2 つずつ挙げ、その概要について説明せよ。

Ⅱ－１－４ 地下 30 m にトンネル内径 5 m、曲率半径 20 m のシールド工法による急曲線施工を計画している。当該箇所の覆工には鋼製セグメントを用いるものとして、以下の問いに答えよ。

(1) シールド機及びセグメントの計画に当たり、あなたが最も重要と考える検討項目を 1 つずつ挙げるとともに、その概要について述べよ。

(2) この急曲線を確実に施工するための留意点を 1 つ挙げるとともに、その対応策について述べよ。

この 4 問のテーマは、いずれも過去の出題でも幾度となく出題され、それぞれのトンネル工法の分野では基礎知識の範囲とされるテーマです。

特にⅡ－１－１の「山岳トンネルの計画段階で周辺環境に及ぼす影響検討」は、定番の知識を問う出題といえますので、過去問からも予想しやすかったといえます。

またⅡ－１－２の「山岳トンネルのずり運搬方式の特徴」も予想しやすく、この 2 問が山岳トンネル工法の出題でした。

Ⅱ－１－３ が「軟弱な不透水性の粘性土に、開削トンネルの掘削に伴う土留め壁の変形を抑制する設計及び施工上」、

Ⅱ－１－４ は、「急曲線のシールド工法でのシールド機、セグメントの計画」で、過去にも類題が出されるなど、定番の出題です。

## 平成 29 年度

Ⅱ－１－４の「シールド工法」には添付図での説明がついています。

Ⅱ－１－１ 山岳トンネルの掘削工法を 5 つ挙げ、それぞれについて適用条件、長所及び短所を説明せよ。

Ⅱ－１－２ 山岳工法トンネル覆工には、材料、環境、施工に起因するひび割れが発生しやすいが、ひび割れを低減するための対策を 4 つに分類し、それぞれについて説明せよ。

Ⅱ－１－３ 海岸線近く地下水位が高い軟弱な沖積層において土被りが少ない開削トンネルの建設を計画している。この開削トンネルの設計耐用期間中の性能照査を行うに当たり、以下の問いに答えよ。

(1) あなたが最も重要と考える外力あるいは環境等の作用を 2 つ挙げ、それぞれの留意点を述べよ。

(2) 上記の 2 つの留意点に対する対応策を挙げて内容を説明せよ。

Ⅱ－１－４ 軟弱粘性土層 (N 値 1 から 2) の小土被り区間 (1.5 D) において、シールド

ド掘進に伴う地盤変位が下図に示すように発生した。これを踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 計画段階で行う地盤変位の予測及び施工中の計測管理について述べよ。
- (2) シールド通過前の①隆起、②通過時の沈下及び③通過後の隆起それぞれについて発生原因と対策について述べよ。

図 ここでは掲載は省略

Ⅱ－１－１の「山岳トンネルの掘削工法について適用条件、長所及び短所」を問う出題は、定番の知識を問う出題といえますので、過去問からも予想しやすかったといえます。

またⅡ－１－２の「山岳工法トンネルでの覆工コンクリートのひび割れ防止対策」はコンクリート工事共通の品質確保の問題で、これも予想しやすく、この２問が山岳トンネル工法の出題でした。

Ⅱ－１－３が「地下水位が高い海岸線に沖積層に、土被りが薄い開削トンネルの建設における設計耐用期間中の性能照査」についての出題です。

Ⅱ－１－４は、「軟弱粘性土層（N値１から２）の小土被り区間（1.5D）において、シールド掘進に伴う地盤変位への対策」についての出題で、添付図でシールドの進行に伴う掘進時の地盤変位の状況（変位のレベル）を示して説明しています。

個々の問題は標準的な問いであり、多くの受験者にとって想定範囲内のテーマと思われる。4問から1問を選ぶのならそれほど難しくなかったと見ます。しかし、2問となるとひとつのトンネル工法のみを専門とする受験者には、専門外の分野の問題も選択しなければならないという難しさがあります。

このⅡ－１のような、短文（概ね1000字以内）で、受験者の知識を問うような答案には、一般にまえがきあるいは書き出しの文は必要なく、そのまま本題に入ることが適当です。問題文自体もそのように作られています。

Ⅱ－１だけに限りませんがすべての問題に、記述を求めている項目、内容で答案をまとめるには次のポイントがあります。

- 1) 問題文の出題意図、使用されている用語、概念を正確に把握する。
- 2) 記述順序、記述の概要、キーワードを整理・メモしてから取りかかる。
- 3) 正解に必要な主要な項目、内容は落とさない。求められていないことは書かない。
- 4) 2つあるいは3つ求めている項目はそれぞれ主要なものを、バランスよく挙げる。
- 5) 各項目の説明内容もそれぞれおおよそ均等になるように、広く浅く記述する。
- 6) 答案用紙1枚（600字）を30分（構想3分＋記述25分＋見直し2分）以内で仕上げる。

## (2) 問題Ⅱ－２（応用能力を問う問題）の過去問と今後の準備

問題Ⅱ－２として経験に基づく応用能力を問う内容（2問出題中1問選択〈答案用紙2枚〉）に分けて出題されました。「トンネル」科目では、平成25～29年度とも、いずれもその出題の範囲は出題形式ともに、計画・設計、施工・維持管理等の各分野等と、バランスが配慮されていました。

- (1) 「トンネル科目」に関係する業務に関し、与えられた条件に合わせて必要な説明を求め、
  - (2) 業務上で留意すべき点や工夫を要する点等についての認識があるかを問う。
- というシンプルな形式で、基礎知識と経験があれば容易に答えられる出題といえます。

問題Ⅱ－２で出題されるテーマは、以下の事項のどれかに相当します。

- ① 受験者の実務的な経験・能力を具体的に評価したい事項
- ② 社会・経済的な背景から、あるべき姿について意見が求められている事項
- ③ 社会的な影響があった災害、事故、事件や品質不具合等が発生したため、あるいは社会情勢について、その選択科目の視点からの意見を述べさせたい事項
- ④ その選択科目での主たる技術テーマに関わる課題を問い、その解決策についての考えを求めたい事項
- ⑤ 新しい法律、制度や基準、ガイドライン等が示された後、さまざまな検討が求められている事項、あるいはまだ新しい技術や考え方で、方向性について考えを求めたい事項

そこで、次のことを考えて、問題を予想して訓練をする必要があります。

- (1) なぜこの問題が出題されているのか、背景を理解する
- (2) 解答として求めている重要なポイントは何かを考える

これら出題背景と解答の重要なポイントのヒントは、それぞれの分野の学協会等から発刊されている専門紙誌や政府機関等から常に発信されているので、問題の出典を含めて研究して訓練しておきます。また自分の経験を日頃から問題文にあるような項目に整理しておくことが、効果的です。

さらに、答えは2枚(1200字)以内に約60分間(問題Ⅱ－１の2問と合わせて4枚を120分)で書き上げることが求められています。簡潔で読みやすい文章にまとめる訓練が必須です。

過去(10年分位)の出題傾向(出題のテーマ、キーワード等)から基礎技術用語・概念、専門的な原理・原則などの事実や、新旧の技術や工法・手法に関しての知識等を調べて理解しておきます。過去に繰り返し出題されているテーマ、キーワード、最近話題になっている技術テーマ・用語等、また、法律・制度が変わった内容も出題される可能性も高いといえます。しかし出題をある程度予想して準備することは必要ですが、ズバリ当てることは難しいので、基礎的で幅広い内容を把握しておかなければなりません。

出題の対象範囲が狭くて詳細な内容を問われています。2問それぞれも机上の学習だけでは具体的に書けず、設問に該当する類似業務の実務経験が乏しい受験者にとっては難しかったとみられ、類似業務に携わった経験がないと記述しづらい問題といえます。

出題数が減少したことに加え、具体的な実務経験を必要とするような詳細な内容記述の問題には、これまで主に机上での計画・設計に従事してきた研究職、行政職系やコンサルタント系の受験者には難しかったと思います。それとは逆に、現場で実務に直接関わってきた技術者にとって、実務経験に沿う出題であれば対応しやすかったといえます。

## 平成25年度

Ⅱ－２－１は、**覆工コンクリートの品質**に係る問題、Ⅱ－２－２は、**地下の近接構造物への支障を避けた対策**として、シールドトンネル(CASE-1)か、開削トンネル(CASE-2)のケースからいずれかのCASEを選択するという、1, 2のうち1問選択する出題です。

Ⅱ－２－１「近年、山岳トンネルにおける覆工コンクリートの品質向上が求められている。

- (1) 配合や材料の品質管理、打込み及び養生の各段階での課題を述べよ。
- (2) 上記の課題を解決するための技術提案を述べよ。」

コンクリートの品質向上が求められるのは、この出題のように山岳トンネルに限らないはずですが、あえて「近年、山岳トンネルにおける覆工コンクリートの品質向上が求められている」というまえがき部分が設問と答案作成のポイントです。山岳トンネルを専門とする技術者であれば、現状を説明し、その現状に基いて（１）と（２）を論理的に説明できなければなりません。

Ⅱ－２－２は、「図－２に示すように、供用中の地下重要構造物に近接してシールドトンネル(CASE－１)及び開削トンネル(CASE－２)を計画している。近接する重要構造物の機能や構造に支障を与えないよう施工するに当たり、どちらか一方のCASEを選択し、

（１）工事計画の策定に当たって検討しなければならない項目を多面的に述べよ。

（２）計測管理計画の立案する場合の留意点について述べよ。

（３）施工途中において計測データが事前予測値を超えた場合、考えられる原因を列挙せよ。またその中から１例を選び、具体的な対策方法とその対策における留意点を述べよ。」

（図２ 重要構造物との近接概要図 シールドトンネル(CASE－１)及び開削トンネル(CASE－２)の図添付・略)

「トンネル」科目は平成 24 年度まで、山岳トンネルやシールドトンネル、開削トンネルの 3 つの主たる専門分野の専門性に配慮して出題されてきました。今年度の 2 問目のⅡ－２－２はシールドトンネルまたは開削トンネルを選択できるようになっており、実質的には 3 問の出題から 1 問選べるようになっていました。この科目は元々、経験を中心とした記述を必要とする出題が中心でした。今年もそれがさらに鮮明になっています。しかし平成 24 年度までの問題よりは、より標準的でシンプルな内容になっています。

この出題からみて、トンネル技術の本流といえる、山岳トンネル、シールド工法、開削工法の 3 つの基本技術の要点は基礎知識として把握しておく必要があります。

## 平成 26 年度

Ⅱ－２－１で、山岳トンネル掘削時の地下水対策と、Ⅱ－２－２で開削工法により立坑からシールドを発進する施工でのトラブル対応から、いずれか 1 問選択する出題です。

Ⅱ－２－１「道路トンネルを山岳工法により掘削する際の地下水対策に関して、添付図中の区間①～③のそれぞれに対し、以下の問いに答えよ。

（１）トンネルを掘削に伴って問題となる地下水の現象の観点から想定し、その内容を述べよ。

（２）上記現象への対策工を立案するために施工前に必要となる追加の調査項目を挙げ、その目的を述べよ。

（３）上記現象の問題解決のための対策工を提案し、施工中の留意点を述べよ。」

Ⅱ－２－２ 「都市部で開削工法により立坑からシールドを発進してトンネルを築造する工事を行っている。以下の問いに答えよ。

（１）立坑の構造や大きさ、形状の決定に当たって留意すべき点を述べよ。

（２）当工事に適したシールド発進方法を 2 つ挙げ、その概要と設計・施工上の留意点について述べよ。

（３）本掘削を開始したところ、シールド機が下向きにピッチングを起こすとともに、ロー

リングした。ピッチングの原因を列挙し採るべき対応を述べよ。またローリングに対する対策を挙げよ。」

## 平成27年度

Ⅱ-2-1で、NATM工法での掘削時に発生する問題、Ⅱ-2-2は、都市部のトンネル工事での環境対策についての出題でした。トンネル科目では以前から実務経験による応用能力を問う問題が出題されています。

Ⅱ-2-1には、添付図があり、解答にも簡単な図示によって説明を求めている出題です。

Ⅱ-2-1 下図（平面図及び想定地質断面図）を見て、以下の問いに答えよ。なお、通常期の地下水位はトンネルレベルよりも低いものとする。

- (1) 図に示す100m間においてトンネル掘削に伴って問題となる現象を述べよ。
- (2) 上記現象に対する対策工を立案するに当たって施工前に必要と考えられる調査項目と調査位置を解答用紙に簡単な平面図を書いて示し、その調査の目的を述べよ。
- (3) 上記現象の問題解決のための対策工を提案せよ。また施工時に必要と考えられる地表及び地表からの計測項目と計測位置を解答用紙に簡単な平面図を書いて示し、その計測の目的を述べよ。 (ここには平面図及び想定地質断面図の添付は省略)

Ⅱ-2-2 都市部の幹線道路において、開削工事により設置した立坑とそれを発進立坑とした密閉型シールドトンネル工事を計画している。当該工事を実施するに当たり必要と考えられる環境保全対策について、以下の問いに答えよ。

- (1) 工事に伴い周辺の環境を保全するために必要な調査項目を列挙するとともに、各調査項目の概要について述べよ。
- (2) 上記のうち3項目を選定し、各項目について環境を保全するための具体的な対策を複数記述せよ。
- (3) 当該工事においてあなたが最も効果的と考える建設副産物の有効利用方法を提案し、その概要と留意点について記述せよ。

## 平成28年度

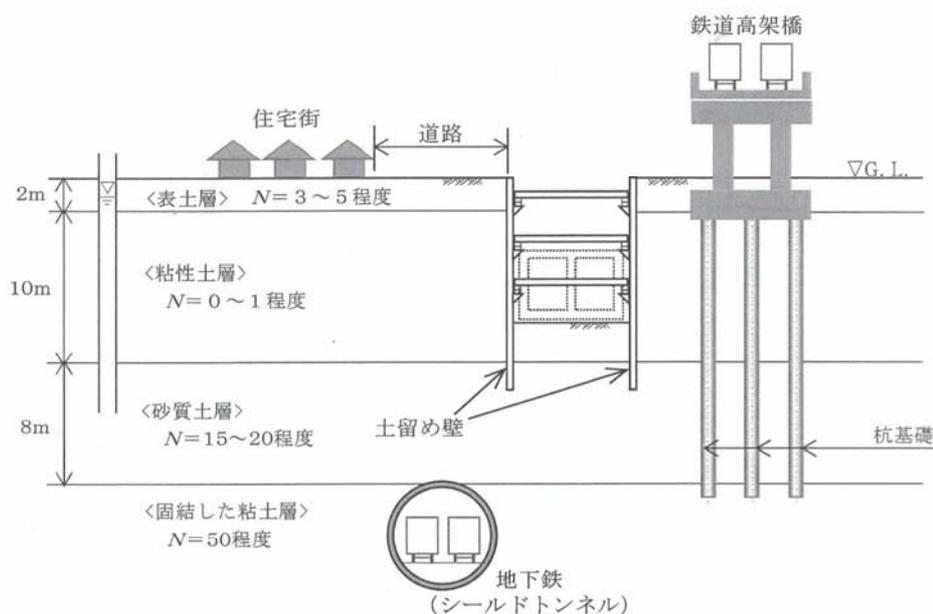
Ⅱ-2-1で、「既設水路トンネル直下に道路トンネル新設での調査、検討、計測項目」、Ⅱ-2-2は、「都市部においてシールド発進立坑工事及び開削トンネル工事の計画で、出水事故の防止策」についての出題でした。トンネル科目では以前から実務経験による応用能力を問う問題が出題されています。

Ⅱ-2-1とⅡ-2-2は、共に例年のとおり添付図で説明している出題です。

Ⅱ-2-1の出題に類似したケーススタディで、土質基礎科目でも28年度Ⅱ-2-1で次のような出題がありました。

土質基礎科目 Ⅱ-2-1 模式図に示すように、鉄道高架橋に近接して、開削トンネルの建設が計画されている。この開削トンネルは、道路や住宅街にも近接しており、道路の下には地下鉄（シールドトンネル）が通っている。この状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。なお、解答は、(1)及び(2)について答案用紙1枚程度、(3)については答案用紙1枚程度を目安とすること。

- (1) この開削トンネルの建設における土留め掘削の設計・施工にあたり、「掘削底面」、「土留め壁」それぞれについて、検討すべき項目を複数挙げよ。
- (2) (1) で挙げた「底面掘削」に関して検討すべき項目から1つを選び、その具体的な検討方法と対応策及び留意点について説明せよ。
- (3) (1) で挙げた「土留め壁」に関して検討すべき項目から2つを選び、それらの具体的な検討方法と対応策及び留意点について説明せよ。



( 模 式 図 )

平成 28 年度も 25,26,27 年度の過去 3 年間と同じようにバランスよく配慮され、類題もありますが、いずれも基礎知識と経験に基づき、制限時間内に指定した文字数以内でそれを論理的に説明する訓練をしておかなければ対応できない出題でした。類似した計画・設計あるいは施工の経験とその説明力の有無が、答案の出来、不出来を大きく分けると見られます。

### 平成 29 年度

平成 25～28 度の 4 年間と同じようにバランスよく配慮され、いずれも基礎知識と経験に基づき、制限時間内に指定した文字数以内でそれを論理的に説明する訓練をしておかなければ対応できない出題でした。類似した計画・設計あるいは施工の経験とその説明力の有無が、答案の出来、不出来を大きく分けると見られます。

問題Ⅱ－2 は、平成 25～29 年度の 5 年間の出題からみて、トンネル技術の本流といえる、山岳トンネル、シールド工法、開削工法の 3 つの基本技術の要点は基礎知識としてしっかりと把握しておく必要があります。いずれも施工系技術者を想定している出題と見られます。

個々の問題は標準的な内容であり、多くの受験者にとって想定範囲内のテーマと思われます。しかし、2 問の中から 1 問選ぶとなるとひとつのトンネル工法のみを専門とする受験者には、専門外の分野の問題も選択しなければならないという難しさがあります。

特定の分野に偏らないよう多少は配慮されていますが、今年度も昨年度と同じく従来の仕様設計でのマニュアルのみに依存する受験者には記述が難しい問題です。しかしトラブル対応な

どの現場経験を積み上げている技術者には取り組み易い出題かも知れません。

この科目は、従来から詳細な図で説明し、経験に基づく記述を必要とした問題が主でした。平成 24 年度までは 2 つのグループからそれぞれ任意に 1 問ずつ選ぶことができ、選択肢に幅が広がったのですが、平成 25 年度から出題数が減り選択幅が狭くなって、厳しいと感じた受験者もいたと察します。

Ⅱ－2－1 で、「山岳工法により掘削する際の、断層破碎帯部の区間と、地すべりが想定される区間での施工上の問題と対策」、を問う出題です。

Ⅱ－2－2 は、「市街地においてシールドトンネルと立坑を接続する工事の施工計画」についての出題でした。トンネル科目では以前から実務経験による応用能力を問う問題が出題されています。

Ⅱ－2－1 とⅡ－2－2 は、共に例年のとおり添付図で説明している出題です。

Ⅱ－2－1 下図のような条件の道路トンネルを山岳工法により西側坑口から掘削する。

トンネルを掘削するに当たって、断層破碎帯部の区間①と、地すべりが想定される区間②のそれぞれに対し、以下の問いに答えよ。

- (1) 区間①の掘削に当たって、断層破碎帯の施工上の問題点と、その対策を多面的に述べよ。
- (2) (1) 区間②の掘削に当たって、断層破碎帯の施工上の問題点と、その対策を多面的に述べよ。 図 ここでは掲載は省略

Ⅱ－2－2 下図に示す通り、市街地においてシールドトンネルが完成した後、開削工事により矩形立坑を築造し、シールドトンネルと立坑を接続する工事を計画している。なお、対象の土質は全て均等係数 5 の均一な細砂層として、以下の問いに答えよ。

- (1) この接続工事において、立坑側、シールド側のいずれかを選択し、本体構造物の開口部の補強設計に当たり考慮すべき項目及びその概要について述べよ。
- (2) この接続工事の横坑掘削を立坑側から非開削工法により行う場合、施工計画の立案に当たり考慮すべき項目を 3 項目以上挙げ、各々の概要について述べよ。

23 年 I－2－8 に次のような類題があります。

I-2-8 図-7に示すように、都市部において、シールドトンネルを築造した後、引き続き立坑（円形立坑）を築造して、このシールドトンネルと接続する工事を行っている。立坑は、上部を地下連続壁で、また、シールドトンネルとの接続部周辺をライナープレートで施工している。

- (1) 接続部の築造に当たり、事前に検討すべき項目について述べよ。
- (2) 立坑底版部を築造した後、シールドトンネルのセグメントの一部を撤去したところ、接続部上部付近から大量の地下水が出水した。このような状況を踏まえ、今後、立坑工事を完成させるために講ずべき措置について述べよ。

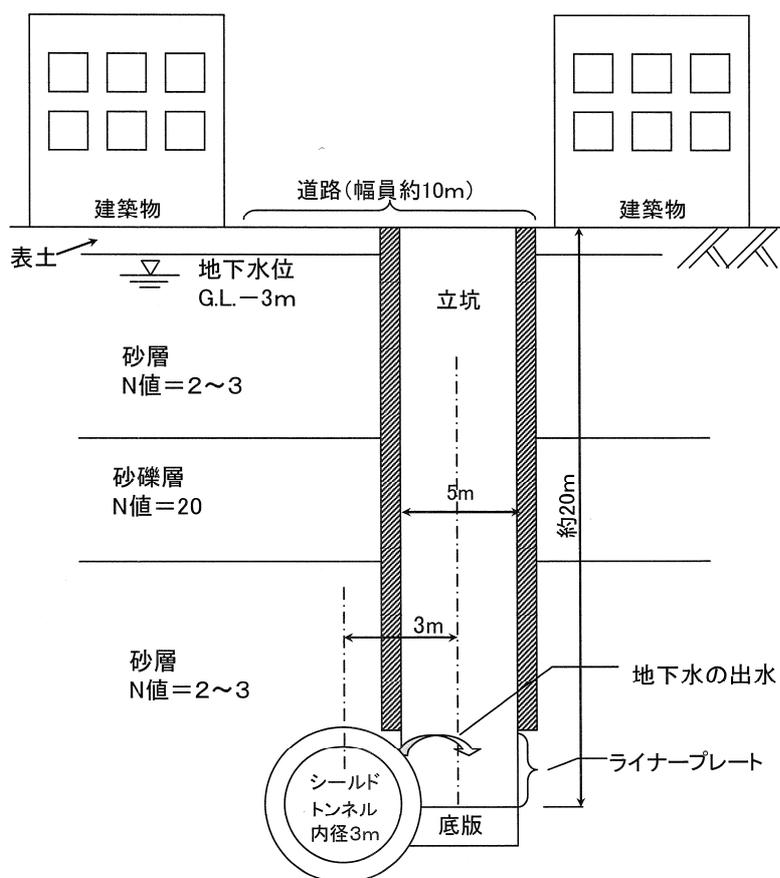


図-7 横断面図

過去5年間のⅡ-1とⅡ-2の出題テーマ一覧

問題/年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	
Ⅱ-1	-1	山岳トンネルの切羽観察項目と評価区分	山岳トンネルの坑口部で予想される設計上の問題点5つとそれぞれの留意点	山岳トンネルの鋼製支保工の効果を5つ	山岳トンネルの計画段階において検討すべき周辺環境に及ぼす影響を4つ挙げ、各対策	山岳トンネルの掘削工法について適用条件、長所及び短所
	-2	山岳トンネルのインバートコンクリートの施工上の留意点	排水型山岳トンネル工法でのシート防水工の施工上の留意点	山岳工法トンネルを設計する際に留意すべき、接続構造物への影響対策	山岳トンネルのずり運搬方式を3つ挙げ、各方式の特徴について説明	山岳工法トンネルでの覆工コンクリートのひび割れ防止対策
	-3	シールドトンネルの裏込め注入	開削トンネルの、設計時と施工時の荷重条件の変化	開削工事の掘削底面で発生する盤ぶくれ対策	開削工法の地下トンネル、軟弱な不透水性の粘性土で、トンネルの掘削に伴う土留め壁の変形を抑制する設計・施工上の対策と概要	地下水位が高い海岸線に沖積層に、土被りが薄い開削トンネルの建設における設計耐用期間中の性能照査
	-4	開削トンネルの耐震設計の手順	シールドトンネルのゼグメントの構造計算	土圧式(土圧または泥土圧)シールドと泥水式シールドの説明	シールド工法による急曲線施工での、シールド機及びセグメントの計画で、重要と考える検討項目、急曲線を確実に施工するための留意点と、その対応	軟弱粘性土層(N値1から2)の小土被り区間(1.5D)において、シールド掘進に伴う地盤変位への対策
Ⅱ-2	-1	山岳トンネルの覆工コンクリートの品質の課題と解決策	山岳トンネル掘削時の地下水対策	NATM工法での掘削時に発生する問題(平面図と想定地質断面図添付)	既設水路トンネル直下に道路トンネル新設に伴い、懸念現象と工事計画段階に必要な調査・検討項目、施工時に必要となる観察・計測項目を挙げ、施工管理方法	山岳工法により掘削する際の、断層破砕帯部の区間と、地すべりが想定される区間での施工上の問題と対策
	-2	供用中の地下構造物に近接して計画するシールド及び開削トンネル	開削工法により立坑からシールドを発進して構築するトンネル	都市部の幹線道路で、開削工事により設置した立坑とそれを発進立坑とした密閉型シールドトンネル工事での環境対策	都市部のシールド発進立坑工事及び開削トンネル工事を計画。立坑または開削トンネルの計画及び施工に当たっての留意点。出水を未然に防止するための具体的な対策	市街地においてシールドトンネルと立坑を接続する工事の施工計画

### 3. トンネル科目問題Ⅲ（課題解決力を問う問題）の出題の分析と今後の対応

問題Ⅲは、平成 25 年度から新たに設けられて、課題解決能力を問う問題になりました。

いずれも、公表されている選択科目Ⅲの出題概念として、『社会的なニーズや技術の進歩に伴い、最近注目されている変化や新たに直面する可能性のある課題に対する認識を持っており、多様な視点から検討を行い、論理的かつ合理的に解決策を策定できる能力を問う』という主旨に沿う出題です。

この出題概念を 3 つの項目に分解して整理して見ると

- |                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| (1) 「社会的なニーズや技術の進歩に伴い」                | ⇒ 『出題テーマの背景・範囲』 |
| (2) 「最近注目されている変化や新たに直面する可能性のある課題と解決策」 | ⇒ 『メインテーマ』      |
| (3) 「多様な視点から検討」                       | ⇒ 『視点』          |

2 問出題中 1 問選択（答案用紙 3 枚）です。「トンネル」科目では平成 25～28 年度とも建設部門での問題Ⅲの標準的な構成で、内容は以下のとおりです。

- (1) 現下の社会基盤整備に課せられたテーマに関する「トンネル科目」からの現況について、改善に取り組むべき事項や問題の要因の説明を求め、
- (2) 課題を挙げさせた上で、解決策を問う。
- (3) さらにその解決策の具体的な評価やリスクについて（多様な視点からの分析）論述させるといった、3 段階で説明・論述を求める構成になっています。

#### 平成 25 年度

Ⅲ－1 で社会資本の老朽化対策の問題、Ⅲ－2 で事業のスピードアップのため検討すべき事項と課題、その解決のための技術提案を問う問題、と 2 つのジャンルに分けて出題されました。2 問出題中 1 問の選択を求められています。

Ⅲ－1 は、「我が国の社会資本は高度経済成長期に集中的に整備され、建設後既に 30 年～50 年の期間を過ぎているものが多いことから、急速に老朽化が進行すると考えられる。このような状況から

- (1) 社会資本全般に関する老朽化について課題を挙げ、それに対する対応策をアセットマネジメントの観点から記述せよ。
- (2) あなたが専門とする分野のトンネルにおいて老朽化により問題となっている現象について記述せよ。
- (3) 現状のトンネル維持管理技術（点検、補修等）の課題を複数挙げ、その課題解決に向けて今後開発すべき技術についてあなたの意見を述べよ。」

この問題Ⅲ－1 は、従来共通科目（建設一般）で出題されてきたテーマのトンネルバージョンともいべき内容でした。笹子トンネルの天井板崩落事故を受けた出題であったことは明らかですし、この事故に関わらず、出題されるタイミングであったと考えられますので、多くの受験者は出題を予想していたと推察します。この系統の問題は本講座でも解説したとおり、過去に他の選択科目でも類題として多く出題され、また土木学会の認定土木技術者試験（上級あるいは一級）のメンテナンス分野で類題として出題されています。また、本受験講座でも類問

を模擬問題として数題提示しました。

Ⅲ－２は、「国土交通省公共事業コスト構造改善プログラム（平成 20 年 3 月）においては、「工事コストの縮減」に加えて「事業のスピードアップによる効果の早期発現」も評価項目とされており、工事を予定どおり進捗させることが強く求められている。トンネル建設においても、工程の確保は重要な課題である。しかしながら種々の制約条件から当初計画した工程どおりに工事を進めることが困難となることが多い。このような状況を踏まえ、あなたが専門とする分野のトンネルにおいて、以下の問いに答えよ。

- (1) 工程管理上、工事着手前に十分検討する必要がある項目を多面的に述べよ。
- (2) 工事着手後の工程管理について、あなたが直面した課題を具体的に挙げるとともに、解決のために行った技術的提案を述べよ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらした効果について述べよ。また、その提案に想定されたリスクについて述べよ。」

このⅢ－２は総合評価方式工事での簡易な設計計画、施工計画あるいは技術提案を記述する要領で、これを実務経験としていれば比較的容易に解答できると考えます。応用能力を問う問題としては良問です。

## 平成 26 年度

Ⅲ－１で**技術の継承**の問題、Ⅲ－２で**事故防止への安全対策**を問う問題、と 2 つのテーマが出題されました。2 問出題中 1 問の選択を求められています。

Ⅲ－１は、建設分野の技術継承の問題です。

「技術継承に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 建設分野において現在直面している技術継承に関する課題を、多様な観点から述べよ。
- (2) 上述した課題を踏まえ、建設分野において技術継承のためにあなたが必要と考える方策を 2 つ提示しその内容について説明せよ。
- (3) あなたが専門とするトンネル分野の技術継承の面での特性について述べよ。また、これを踏まえた上で、(2) においてあなたが提示した方策がもたらす効果と想定される問題点について述べよ。」

このⅢ－１の技術の継承の問題は、平成 26 年度土質及び基礎Ⅲ－２でも、以下の類題として出題されています。

地盤技術者として技術を習得するためには、実践的な経験の蓄積や技術の伝承の継続が重要であるといわれている。一方、近年の自然現象や社会環境の変化に伴い、従来の経験に基づく工学的判断に期待する技術体系の維持・継続が分岐点に立たされているという指摘もある。このような状況を考慮して以下の問いに答えよ。なお、解答の目安は各問を 1 枚程度とする。

- (1) 地盤技術者が、経験に基づく工学的判断が求められる局面とその理由を、建設までの段階及び、建設後の段階からそれぞれ具体的に説明せよ。
- (2) 近年の自然現象や社会環境の変化により、経験に基づく工学的判断に期待する技術体系が通用しなくなる要因を、多様な観点から列挙せよ。列挙に当たっては、その要因がどのよ

うな影響を及ぼすのかも併せて述べよ。

- (3) (2) で挙げた要因のうちあなたが重要と考える2つの要因を選び、影響を軽減するために必要な具体的な解決策を述べよ。さらに、その解決策がもたらす効果及び、実行するに当たっての課題について述べよ。

この技術継承のテーマはトンネル分野に限らず、建設系さらには工学技術全般に関わる重要な問題で、簡単に結論を論じられるわけではありませんから、考えようによっては難問ともいえます。

**Ⅲ－2**は、建設工事中の安全対策の問題です。

「トンネル建設工事中の事故に関する以下の問いに答えよ。

- (1) トンネル建設工事特有の事故のうち、あなたが専門とするトンネルの分野において、特に調査・設計段階から予防に留意する必要がある事故を2つ挙げ、その内容を説明せよ。また、それぞれの事故について、①調査・設計段階、②施工段階において、事故を未然に防止するための留意点や技術的対策を概説せよ。
- (2) 建設工事を取り巻く近年の社会的背景やトンネル建設工事の特性を踏まえて、事故のリスクを高めるおそれがあると考えられる要因や課題を3つ挙げ、その内容を説明せよ。
- (3) (2) で挙げた要因や課題に対して、今後どのような対応が必要となるかあなたの意見を述べよ。」

安全管理をテーマとする問題は、これまでも主に施工計画、施工設備及び積算で繰り返し出題されてきました。例えば平成25年度のⅢ－2では以下の類題が出ています。

「建設業の労働災害の重大災害は平成21年度以降増加傾向にあり、社会問題化する事故も発生している状況下で施工計画、施工設備及び積算の技術士の立場から、

- (1) 建設産業や建設生産システムの現状を踏まえ、重大災害を誘発する要因を3つ挙げ、それぞれについて述べよ。
- (2) (1) で挙げた3つの要因に対して、解決するための具体的な実施方策を論述せよ。」

このⅢ－2はプロジェクトにおいて安全管理を担当し、近年の社会的背景やトンネル建設工事の事故特性を理解しておけば記述は容易で、課題解決能力を問う問題として良問ですが、それ以外の受験者にとっては選択しにくかったと見られます。

## 平成27年度

Ⅲ－1では、「トンネルの長寿命化」Ⅲ－2では「建設労働者不足」がテーマです。これまでの出題に比べて、問題Ⅲ－1、Ⅲ－2ともいづれも、平成24年度以前の建設部門共通問題（建設一般）に出題されていたような今日的テーマとして建設部門共通の問いといえます。

**Ⅲ－I** 我が国の社会資本ストックの多くは、高度経済成長期に整備されたものであり、建設後50年以上経過するインフラの割合はこれから急激に増加することになり、社会資本の長寿命化が求められる状況になってきた。このような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) トンネルの長寿命化のために検討すべき課題を多様な観点より述べよ。
- (2) (1) で示した課題のうちあなたが特に重要と考える2つの課題について、解決するための具体的な提案を示せ。
- (3) あなたの提案のそれぞれについて、実施により予想される効果を述べよ。また、実施の

際に留意すべき事項についてトンネルの特徴を踏まえて述べよ。

この出題は、平成 25 年度のⅢ－1 とほぼ同じ主旨の問いです。

**Ⅲ－2** 平成 4 年度以降の建設投資減少に伴い、建設業界の就労者数は年々減少傾向を示していたが、平成 22 年度以降、建設投資は増加の傾向にあり、建設技術者や建設技能者の不足が社会的な問題となってきた。このような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 建設業界における労働力不足の要因と考えられる社会的背景について多様な観点から記述せよ。
- (2) (1) の記述を踏まえ、トンネル分野においてあなたが特に重要であると考えられる課題を 2 つ挙げ、それぞれの解決策について記述せよ。
- (3) (2) であなたの提示した解決策がもたらす効果を具体的に示すとともに、解決策の実行に当たって想定されるリスクについて記述せよ。

この 2 つの、「社会資本の老朽化（長寿命化の要請）」と「建設業界における労働力不足」の問題は、過去に毎年のように他の多くの科目でも出題されてきたテーマです。

## 平成 28 年度

Ⅲ－1 では、「**既設及び新設社会基盤の防災、減災対策**」、Ⅲ－2 では「**建設される構造物の品質確保**」がテーマです。これまでの出題に比べて、問題Ⅲ－1、Ⅲ－2 ともいずれも、平成 24 年度以前の建設部門共通問題（建設一般）に出題されていたような今日的テーマとして建設部門共通の問いといえます。以下に問題文の全文を再掲します。

**Ⅲ－1** 様々な自然災害が頻発する我が国では、いかなる災害が発生しても機能不全に陥らないように既設及び新設の社会基盤に防災、減災対策を講じておくことは非常に重要である。近年発生した自然災害を踏まえ、建設部門の技術者として、以下の問いに答えよ。

- (1) トンネルなどの地下構造物の防災・減災に関して検討すべき課題を多様な観点から述べよ。
- (2) 上述した検討すべき課題のうち、あなたが特に重要と考える課題を 2 つ挙げ、その解決のための具体的な方策を述べよ。
- (3) 提案した方策がもたらす効果を具体的に示すとともに、想定される留意点をについて、あなたの考えをそれぞれ述べよ。

この出題は、平成 25 年度のトンネル科目 Ⅲ－1 と類似の主旨の問いですが、25 年度 土質及び基礎科目の問題Ⅲ－1 にも地震対策に関する類題があります。熊本地震の際のトンネルの崩落事故を思い起こす出題です。

## 25 年度 土質及び基礎

**Ⅲ－1** 南海トラフ巨大地震や首都圏直下地震の発生確率が高まっているとされる中、兵庫県南部地震や東北太平洋沖地震の教訓を踏まえて、社会基盤施設や建物の地震対策を効果的に進めることが求められている。このような社会状況を考慮して、地盤構造物（盛土、切土、擁壁、構造物基礎等）の地震対策について、土質及び基礎の技術士として以下の問い

に答えよ。なお、解答の目安は（１）を１枚程度、（２）を２枚程度とする。

- （１）地盤構造物共通の特性を挙げ、その特性をもつ地盤構造物の地震対策を実施するに当たっての課題を述べよ。
- （２）（１）で挙げた課題に対する解決策について、地盤工学、社会制度の両面から提案せよ。

**Ⅲ－２** 周辺環境や社会的要請が多様化、複雑化する中で、高品質な社会基盤の整備を進めることが重要である。しかし、近年、建設工事において、社会問題となっている「品質確保上の不具合」が生じてきている現状を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- （１）建設される構造物の品質を確保する上で、調査、設計、施工の各段階における検討すべき課題を多様な観点から述べよ。
- （２）上述した検討すべき課題のうち、あなたが専門とするトンネル分野において、品質を確保するために特に重要と考える課題を２つ挙げ、その解決のための具体的な方策を述べよ。
- （３）提案した方策がもたらす効果を具体的に示すとともに、想定される留意点について、あなたの考えをそれぞれ述べよ。

このⅢ－１の出題は、以下の通り、平成 28 年度の土質及び基礎科目 Ⅲ－２でも、ほぼ同主旨の出題があります。

最近の杭基礎や地盤改良、耐震補強等の工事でのデータ偽装などの不祥事の多発を意識した出題であることは、明らかです。

**Ⅲ－Ⅰ** 地盤内に施工される、杭基礎、地盤改良、グラウンドアンカーなどの構造物（以下、「地盤内構造物」という。）は、直接的に品質を確認することが難しい。このため地盤技術者は、調査・設計・施工の各段階において、地盤特性及び地盤内構造物の特徴に応じ、品質向上に努めなければならない。

以上のような状況を踏まえ、地盤内構造物の品質確保に関して、以下の問いに答えよ。なお、解答の目安は（１）を１枚程度、（２）を２枚程度とする。

- （１）地盤内構造物において想定される、地盤の不均一性や調査の不確実性に起因する不具合を２つ挙げ、それぞれの原因及び技術的課題について抽出し、記述せよ。
- （２）（１）で挙げた２つの不具合に対し、抽出した技術的課題について、品質を確保するために実施すべき、最も効果的な対応策（ただし不具合発生後の対応策は除く。）を提示し、説明せよ。また提示した対応策を実施した場合の効果（メリット）と、それらを実行する際の問題点・留意点を論述せよ。

この２つの、「（トンネルなどの地下）構造物の防災・減災対策」と「建設工事における品質不具合」の問題は、過去に毎年のように多くの科目で出題されてきたテーマです。

## 平成 29 年度

Ⅲ－１では、『低炭素社会』、『自然共生社会』と『循環型社会』の構築のため建設副産物対策や建設発生土の有効利用、Ⅲ－２では「労働環境の改善による担い手の確保・育成あるいは生産性の向上に関する課題」がテーマです。「低炭素社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」と、「働き方改革」、「生産性向上」をキーワードとする問題は、建設部門全体のテーマであり、これまでも多くの科目で出題されてきました。

25年度からの出題と同じように、問題Ⅲ-1、Ⅲ-2ともいずれも、平成24年度以前の建設部門共通問題（建設一般）に出題されていたような、あるいは30年度から建設部門共通の必須科目に取り上げられるような、今日的テーマの問いといえます。

以下に問題文の全文を再掲します。

**Ⅲ-1** 地球規模の環境問題から脱却し、人間社会の発展と繁栄を確保していくためには、「低炭素社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」を構築することが必要である。また、循環型社会を構築する上で、建設副産物対策や建設発生土の有効利用が重要な課題となっている。これらの状況を踏まえ、建設部門の技術者として、以下の問いに答えよ。

- (1) 「低炭素社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」の構築のために、あなたが重要と考える対応策と具体例について、それぞれ多様な観点から述べよ。
- (2) 建設副産物対策の課題及びその解決策について2項目以上述べよ。
- (3) トンネル工事において、建設発生土の有効利用を促進する上での課題、解決策及び留意点について、3項目以上述べよ。

**Ⅲ-2** 近年、政府・行政をはじめとして労働者の「働き方改革」について、様々な議論がなされているところである。一方で、建設業では全国的に技能労働者不足が顕在化している。このような社会情勢下においてトンネル工事は計画から完成まで数年以上の期間を要する場合が多く、労働環境の改善あるいは生産性の向上に関する課題が山積している。

このような状況を勘案して以下の問いに答えよ。

- (1) 建設業において担い手の確保・育成のために検討すべき課題を3項目以上挙げ、それぞれの課題について述べよ。
- (2) あなたが専門とするトンネル分野において、生産性向上を実現する上で重要と考える対応策を4項目以上挙げ、それぞれの概要、効果及び留意点について述べよ。

過去5年間でのⅢの出題テーマ一覧

	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度
Ⅲ-1 テーマの 背景・範囲	高度経済成長期に集中的に整備され、建設後既に30年～50年の期間を過ぎて急速に老朽化が進行する社会資本	産業界の多くの分野、特に建設分野においても直面している技術継承	建設後50年以上経過するインフラの割合が急激に増加することになり、社会資本の長寿命化が求められる状況	自然災害が頻発する我が国では、いかなる災害が発生しても機能不全に陥らないように既設及び新設の社会基盤に防災、減災対策を講じておくことが重要	「低炭素社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」の構築が必要。循環型社会を構築する上で、建設副産物対策や建設発生土の有効利用が重要な課題
設問(1) 考慮・解決 すべき事項	社会資本の老朽化についての課題と対応策をアセットマネジメントの観点から記述	建設分野において現在直面している技術継承の課題	トンネルの長寿命化のために検討すべき課題	トンネルなどの地下構造物の防災・減災に関して検討すべき課題	「低炭素社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」の構築のために、重要と考える対応策と具体例

設問(2) 質問のメインテーマ	専門とする分野のトンネルで、老朽化により問題となっている現象	課題を踏まえ建設分野において技術継承に必要と考える方策を提示し説明	課題のうち特に重要な2つの課題の、解決するための具体的な提案	検討すべき課題のうち、あなたが特に重要と考える課題を2つ挙げ、その解決のための具体的な方策	建設副産物対策の課題及びその解決策
設問(3) 多様な視点	維持管理技術の現状での課題と、課題解決策として今後解決すべき技術開発	トンネル分野の技術継承の特性と、特性を踏まえて提示した方策の効果と想定される問題点	提案のそれぞれについて、実施により予想される効果、トンネルの特徴を踏まえて実施の際の留意事項	提案した方策がもたらす効果を具体的に示すとともに、想定される留意点	トンネル工事において、建設発生土の有効利用を促進する上での課題、解決策及び留意点
III-2 テーマの背景・範囲	事業のスピードアップによる効果の早期発現による、公共事業コスト構造改善	トンネルの建設工事での、重大な労働災害や公衆損害事故防止等の安全対策	社会的な問題として、建設技術者や建設技能者の不足	「品質確保上の不具合」が生じてきている現状が社会問題となっている	労働者の「働き方改革」の議論と、建設業では全国的に技能労働者不足が顕在化。トンネル工事での労働環境の改善あるいは生産性の向上に関する課題が山積
設問(1) 解決すべき課題・考え方	制約条件から計画工程を守ることによる事業のスピードアップによる効果の早期発現	トンネル建設工事特有の事故への調査・設計段階から予防に留意する必要がある事故を2つ挙げ、内容を説明	建設業界における労働力不足の要因と考えられる社会的背景	建設される構造物の品質を確保する上で、調査、設計、施工の各段階における検討すべき課題	建設業での担い手の確保・育成のために検討すべき課題
設問(2) 質問のメインテーマ	工事の着手前後の工程管理上検討すべき項目、直面した課題と、課題解決のための技術的提案	社会的背景やトンネル建設工事の特性から、事故のリスクを高める要因や課題を3つ挙げ、その内容を説明	トンネル分野で特に重要と考える課題を2つ挙げ、それぞれの解決策	検討すべき課題のうち、品質を確保するために特に重要と考える課題を2つ挙げ、その解決のための具体的な方策	トンネル分野において、生産性向上を実現する上で重要と考える対応策を4項目以上挙げ、それぞれの概要、効果及び留意点
設問(3) 多様な視点	技術的提案がもたらした効果と提案に想定されたリスク	要因や課題に対して必要と考える対応への意見	提示した解決策がもたらす効果示し、解決策の実行に当たって想定されるリスク	提案した方策がもたらす効果を具体的に示すとともに、想定される留意点	

このトンネル科目の問題IIIでは、小設問(1)～(3)は、これまで類似した主旨の問いと なっています。今後も踏襲される可能性が高いので、出題を予想するテーマについて技術ノー

トに考察し整理する上で、必須の事項です。

テーマ	問題文に、出題の背景・範囲の説明
設問（１）	考慮すべき留意点、考え方、検討すべき項目、重要な課題を記述
設問（２）	課題を挙げ、解決のための具体的方策を提案、課題とその進め方を提示
設問（３）	技術的課題と解決策の技術提案、解決策がもたらす効果と留意点、想定されるリスクや考慮すべき事項と対応策

これまでの必須科目（建設一般）あるいは技術的体験論文の形式に準じ、各選択科目の内容で受験者の経験に基づく課題解決力を問うような設問になっています。よって実務や現場経験からの記述を求める問題が数多く出題されるなど、経験を積んだ現場系の技術者には書きやすい科目・出題もありました。これまでも出題されてきたジャンルの範囲であるので、道路分野に関わる受験者にとっては、予想の範囲内でなければ合格はおぼつかないと思います。しかしすべての受験者が1か、2のいずれかを選択して合格レベルにまとめなければならないことから、厳しいと感じた受験者もかなりいたと思います。

トンネル科目の出題は、全体としてみると、過去の出題よりも幅が広くかつ総合的な考え方を求めています。それぞれ総合的・実務的な経験・知識をいっそう求めるような出題で、計画・設計系と、施工・維持管理系等の大きく2分野に分けています。過去問に加えて、自分の経験を積み上げて棚卸しすること（つまり、現場での施工記録、問題提起、技術提案、感想・反省・評価などの記録と活用）を怠りなく続けることで能力を高める必要があります。付け焼刃あるいはせっかくの経験を応用できず使い捨てしているようでは、合格には程遠いといえます。さらに、特に狭い専門分野を担う技術者（設計・施工いずれも）にとって不足する総合的なマネジメントの観点を補うため一層の努力と経験が必要です。

問題Ⅲは、平成24年度までの共通科目（建設一般）の素養を求めることを、トンネル建設に特有のテーマを加味した出題でした。平成24年度までの必須科目（建設一般）の出題文そのままのトンネルバージョンといったところで、一昨年度も受験した方にとっては出題自体にはあまり違和感はなかったかと思います。技術士として、この出題に合格できるレベルを指すべきという指標を示していると考えする必要があります。

このように2問とも、より実務的、現場的な知識あるいは経験を問うような問題でした。それでも、すべての受験者が問題1か、2のいずれかを選択して合格レベルにまとめなければならないことから、厳しいと感じた受験者もかなりいたかもしれません。2問とも準備もせず思いつきではまとめられません。しかしこれまでも出題されてきた範囲で、さほど高いレベルではなく、この科目だけが特別に難度が上がったとはいえません。技術士として、この出題に合格できるレベルを指すべきという指標を示していると考えする必要があります。

過去問のみに取り組んでいては答案をまとめることは難しそうです。過去問に加えて、自分の経験を積み上げて棚卸しすること、つまり、現場での施工記録、感想、問題提起、技術提案、反省・評価などの記録と活用を怠りなく続けることで能力を高める必要があります。付け焼刃あるいはせっかくの経験を使い捨てしているようでは、合格には程遠いといえます。

特に狭い専門分野を担う道路の施工系技術者（専門工事業等に従事）にとっては、総合的なマネジメントの観点がどうしても不足します。これを補うため一層の努力と経験が必要です。

問題Ⅲは、この選択科目の出題だけでなく、他の部門や選択科目、特に施工計画科目の出題

も参考になります。本講座 第5回「**選択科目Ⅲの課題解決能力を問う出題への取り組み**」にもまとめて解説していますので参考にして下さい。

平成24年度以前の過去問は、公益社団法人日本技術士会のHP ⇒試験・登録情報⇒過去問題（第二次試験） [http://www.engineer.or.jp/c\\_categories/index02022229.html](http://www.engineer.or.jp/c_categories/index02022229.html) に掲載されています。（記述式問題は平成25年度から平成21年度の5年度分、平成18年度～平成16年度は択一式試験問題のみ）平成20年度以前の過去問も、例えば

「技術士受験を応援するページ SUKIYAKI塾」 <http://www.pejp.net/pe/> 、

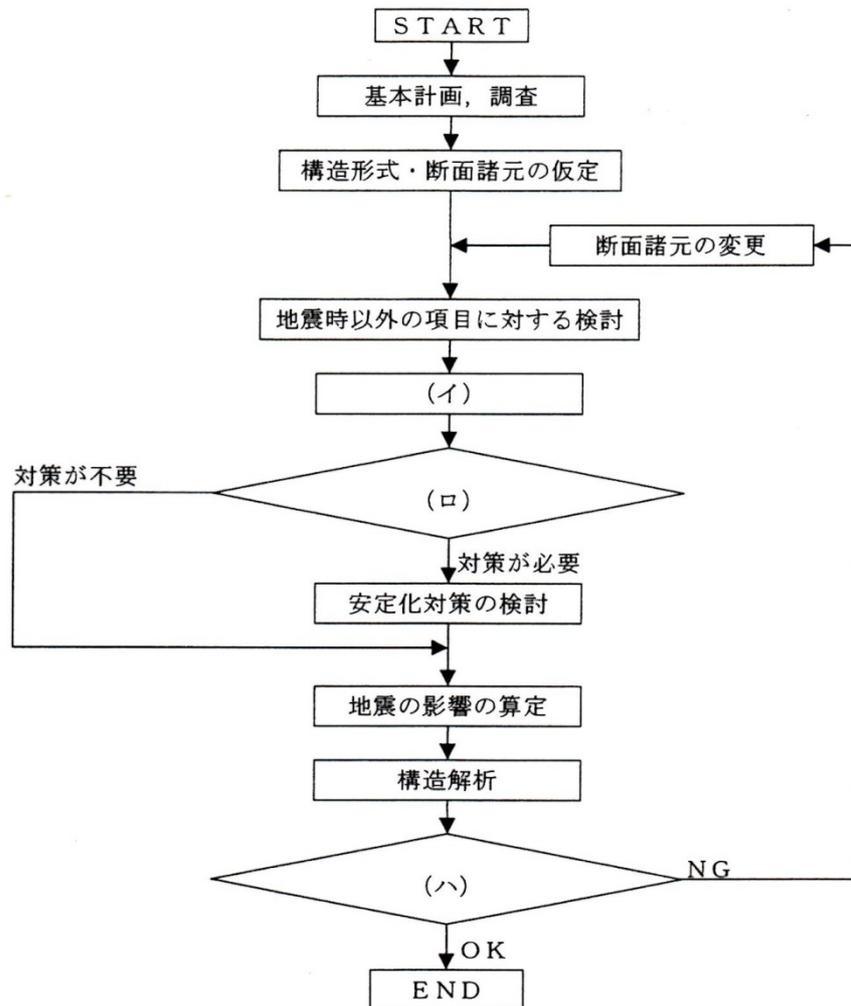
日経ケンプラッツ 技術士取得支援サイト <http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/const/gijutsushi/>（プレミアム会員限定） などにも掲載されています。

それぞれの問題の共通点および相違点あるいは出題傾向を探して下さい。

平成25～29年度の「トンネル」科目 筆記試験問題、全部で40問を以下に再掲します。

II-1

- II-1-1 山岳トンネルの切羽観察項目を列举し、それぞれの項目の評価区分について記述せよ。
- II-1-2 山岳トンネルのインバートコンクリートの施工上の留意点について述べよ。
- II-1-3 シールド工事における裏込め注入について以下の問いに答えよ。
  - (1) 注入材に必要な性質を挙げよ。
  - (2) 裏込め注入工の施工管理法を2つ挙げて、その概要と留意点について説明せよ。
- II-1-4 図1に示す開削トンネルの耐震設計の一般的な手順(図1 耐震設計の手順(フローシート・略)のうち、(イ)～(ハ)に入る手順を挙げそれぞれの内容について述べよ。

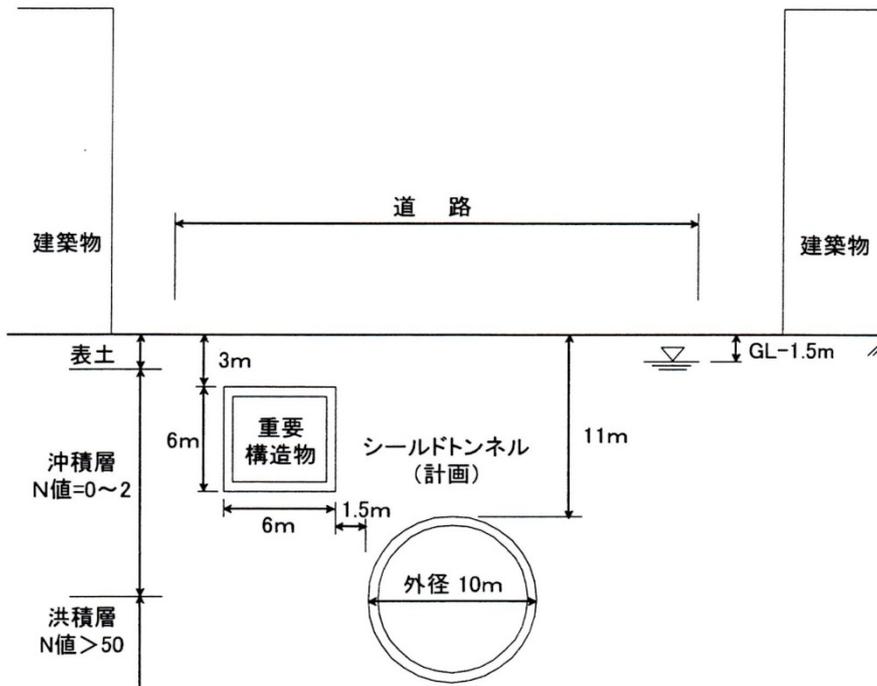


II-2

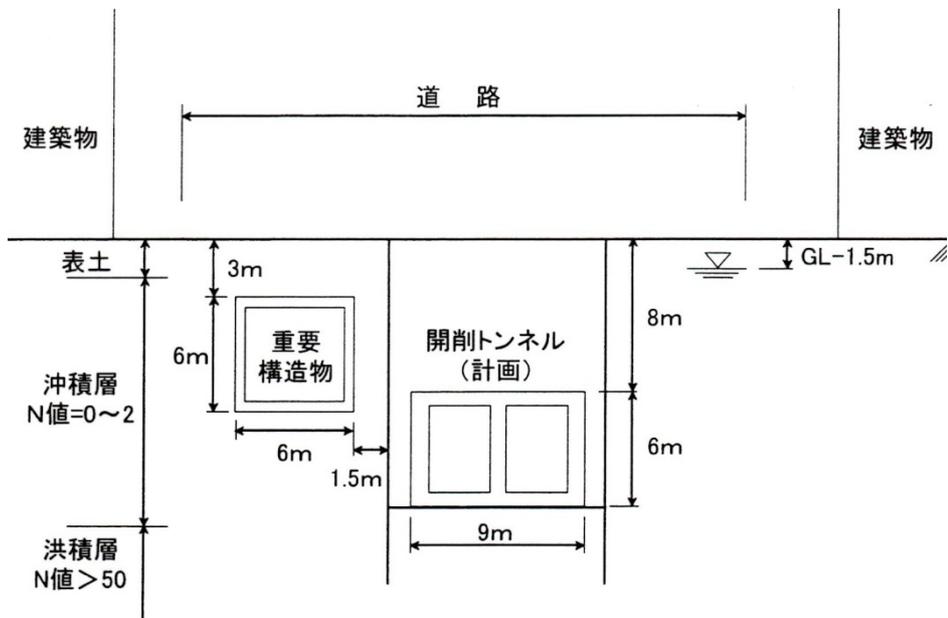
- II-2-1 近年、山岳トンネルにおける覆工コンクリートの品質向上が求められている。そのような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。
  - (1) 配合や材料の品質管理、打込み及び養生の各段階での課題を述べよ。
  - (2) 上記の課題を解決するための技術提案を述べよ。

II-2-2 図-2に示すように、供用中の地下重要構造物に近接してシールドトンネル(CASE-1)及び開削トンネル(CASE-2)を計画している。近接する重要構造物の機能や構造に支障を与えないよう施工するに当たり、どちらか1方のCASEを選択し、以下の問いに答えよ。

- (1) 工事計画の策定に当たって検討しなければならない項目を多面的に述べよ。
- (2) 計測管理計画の立案する場合の留意点について述べよ。
- (3) 施工途中において計測データが事前予測値を超えた場合、考えられる原因を列挙せよ。  
またその中から1例を選び、具体的な対策方法とその対策における留意点を述べよ。



CASE-1 (シールドトンネル)



CASE-2 (開削トンネル)

### III

III-1 我が国の社会資本は高度経済成長期に集中的に整備され、建設後既に30年~50年の期間を過ぎているものが多いことから、急速に老朽化が進行すると考えられる。このような状況を勘案して、以下の問いに答えよ。

- (1) 社会資本全般に関する老朽化について課題を挙げ、それに対する対応策をアセットマネジメントの観点から記述せよ。
- (2) あなたが専門とする分野のトンネルにおいて老朽化により問題となっている現象について記述せよ。
- (3) 現状のトンネル維持管理技術(点検、補修等)の課題を複数挙げ、その課題解決に向けて今後開発すべき技術についてあなたの意見を述べよ。

III-2 国土交通省公共事業コスト構造改善プログラム(平成20年3月)においては、「工事コストの縮減」に加えて「事業のスピードアップによる効果の早期発現」も評価項目とされており、工事を予定どおり進捗させることが強く求められている。トンネル建設においても、工程の確保は重要な課題である。しかしながら種々の制約条件から当初計画した工程どおりに工事を進めることが困難となることが多い。このような状況を踏まえ、あなたが専門とする分野のトンネルにおいて、以下の問いに答えよ。

- (1) 工程管理上、工事着手前に十分検討する必要がある項目を多面的に述べよ。
- (2) 工事着手後の工程管理について、あなたが直面した課題を具体的に挙げるとともに、解決のために行った技術的提案を述べよ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらした効果について述べよ。また、その提案に想定されたリスクについて述べよ。

平成26年度 建設部門 選択科目9-9 トンネル

Ⅱ-1

- Ⅱ-1-1 山岳工法によりトンネルを建設する際に坑口部で予想される問題点を5つ挙げ、それぞれについて設計上の留意点を述べよ。
- Ⅱ-1-2 山岳工法により建設される排水型トンネルのシート防水工について、施工上の留意点を述べよ。
- Ⅱ-1-3 開削トンネルの設計について、以下の問いに答えよ。
- (1) トンネル本体の設計に当たり、施工時荷重を考慮する必要があるのはどのような場合か3つ挙げよ。
  - (2) トンネルに作用する荷重条件に大きな変化をもたらすため、その荷重を考慮する必要がある地盤変位の事象を3つ挙げよ。
  - (3) トンネル縦断方向の構造解析が必要となる場合がある。その理由について述べよ。
- Ⅱ-1-4 シールドトンネルのセグメントの構造計算について、以下の問いに答えよ。
- (1) 横断方向の断面力の計算法のうち、① 慣用計算法、② はりばねモデルによる計算法について、それぞれ特徴を述べよ。
  - (2) 縦断方向の断面力は必要に応じて計算するものとしているが、どのような場合があるか3つ挙げよ。

Ⅱ-2

- Ⅱ-2-1 図1のような条件の道路トンネルを山岳工法により東側坑口から掘削する。これまで実施済みの調査は、地表調査、弾性波探査、河川近傍ボーリング調査であり、図中の地下水位はこれらの調査をもとにした想定水位である。トンネルを掘削するに当たっての地下水対策に関して、区間①～③のそれぞれに対し、以下の問いに答えよ。
- (1) トンネルを掘削に伴って問題となる現象を、地下水の観点から想定し、その内容を述べよ。
  - (2) 上記現象に対する対策工を立案するに当たって施工前に必要となる追加の調査項目を挙げ、その目的を述べよ。
  - (3) 上記現象の問題解決のための対策工を提案し、施工中の留意点を述べよ。
- Ⅱ-2-2 図2に示すように、都市部において、開削工法により立坑を築造し、そこから外径3mのシールドを発進してトンネルを築造する工事を行っている。以下の問いに答えよ。
- (1) 立坑の構造や大きさ、形状の決定に当たって留意すべき点を述べよ。
  - (2) 当工事に適したシールド発進方法を2つ挙げ、その概要と設計・施工上の留意点について述べよ。
  - (3) 本掘削を開始したところ、シールド機が下向きにピッチングを起こすと同時に、ローリングした。考えられるピッチングの原因を列挙するとともに、工事を続けるに当たって採るべき対応を述べよ。またローリングに対する対策を挙げよ。

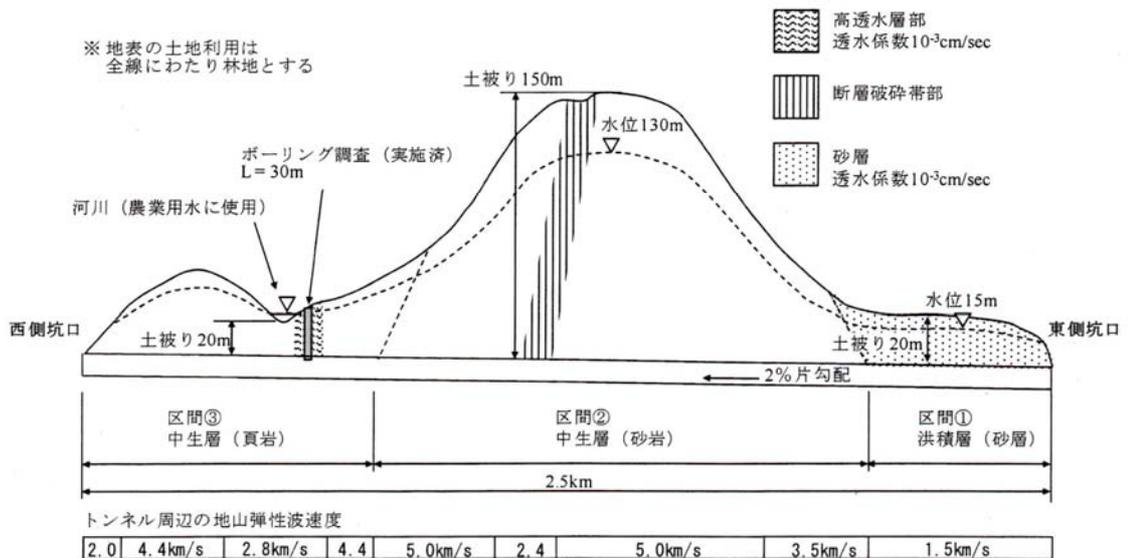


図1 縦断面図

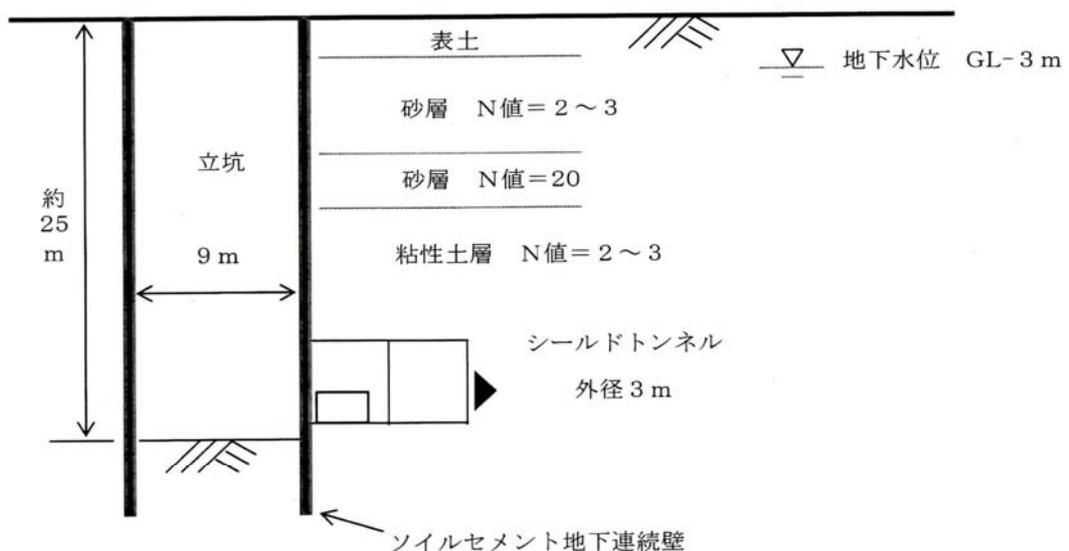


図2 横断面図

### III

III-1 産業界の多くの分野で若い世代への技術継承に関する取組が行われている。技術は一度途絶えてしまえば後世に伝えることが困難で、技術がうまく継承されない場合、将来危機的な技術力の低下に陥るおそれもある。技術継承に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 建設分野において現在直面している技術継承に関する課題を、多様な観点から述べよ。
- (2) 上述した課題を踏まえ、建設分野において技術継承のためにあなたが必要と考える方策を2つ提示しその内容について説明せよ。
- (3) あなたが専門とするトンネル分野の技術継承の面での特性について述べよ。また、これを踏まえた上で、(2)においてあなたが提示した方策がもたらす効果と想定される問題を述べよ。

点について述べよ。

Ⅲ－２ トンネルの建設工事においては、これまで事故防止に向けた様々な安全対策が講じられてきたものの、重大な労働災害や公衆損害事故等が依然として発生している。トンネル建設工事中の事故に関する以下の問いに答えよ。

- (1) トンネル建設工事特有の事故のうち、あなたが専門とするトンネルの分野において、特に調査・設計段階から予防に留意する必要がある事故を2つ挙げ、その内容を説明せよ。また、それぞれの事故について、①調査・設計段階、②施工段階において、事故を未然に防止するための留意点や技術的対策を概説せよ。
- (2) 建設工事を取り巻く近年の社会的背景やトンネル建設工事の特性を踏まえて、事故のリスクを高めるおそれがあると考えられる要因や課題を3つ挙げ、その内容を説明せよ。
- (3) (2) で挙げた要因や課題に対して、今後どのような対応が必要となるかあなたの意見を述べよ。

## 平成27年度 建設部門 選択科目 9-9 トンネル

### Ⅱ－1

Ⅱ－1－1 山岳トンネルの鋼製支保工の効果を5つ挙げ、それぞれについて説明せよ。

Ⅱ－1－2 周辺構造物に近接する山岳工法トンネルを設計する際に留意すべき、山岳工法トンネルが周辺構造物に与える影響を3つ挙げ、対策について述べよ。

Ⅱ－1－3 開削工事において掘削底面で発生する盤ぶくれについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 盤ぶくれ現象とその原因について説明せよ。
- (2) 盤ぶくれを防止する対策を2つ挙げて、その概要と留意点を説明せよ。

Ⅱ－1－4 土圧式（土圧または泥土圧）シールドと泥水式シールドについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 各工法について、切羽の安定機構の観点から説明せよ。
- (2) 各工法について、掘進・切羽の安定にかかる施工上の留意点を述べよ。

### Ⅱ－2

Ⅱ－2－1 下図（平面図及び想定地質断面図）を見て、以下の問いに答えよ。なお、通常期の地下水位はトンネルレベルよりも低いものとする。

- (1) 図に示す100m間においてトンネル掘削に伴って問題となる現象を述べよ。
- (2) 上記現象に対する対策工を立案するに当たって施工前に必要と考えられる調査項目と調査位置を解答用紙に簡単な平面図を書いて示し、その調査の目的を述べよ。
- (3) 上記現象の問題解決のための対策工を提案せよ。また施工時に必要と考えられる地表及び地表からの計測項目と計測位置を解答用紙に簡単な平面図を書いて示し、その計測の目的を述べよ。  
(ここには平面図及び想定地質断面図の添付は省略)

Ⅱ－2－2 都市部の幹線道路において、開削工事により設置した立坑とそれを発進立坑とした密閉型シールドトンネル工事を計画している。当該工事を実施するに当たり必要と考えられ

る環境保全対策について、以下の問いに答えよ。

- (1) 工事に伴い周辺の環境を保全するために必要な調査項目を列挙するとともに、各調査項目の概要について述べよ。
- (2) 上記のうち3項目を選定し、各項目について環境を保全するための具体的な対策を複数記述せよ。
- (3) 当該工事においてあなたが最も効果的と考える建設副産物の有効利用方法を提案し、その概要と留意点について記述せよ。

### Ⅲ

Ⅲ－Ⅰ 我が国の社会資本ストックの多くは、高度経済成長期に整備されたものであり、建設後50年以上経過するインフラの割合はこれから急激に増加することになり、社会資本の長寿命化が求められる状況になってきた。このような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) トンネルの長寿命化のために検討すべき課題を多様な観点より述べよ。
- (2) (1) で示した課題のうちあなたが特に重要と考える2つの課題について、解決するための具体的な提案を示せ。
- (3) あなたの提案のそれぞれについて、実施により予想される効果を述べよ。また、実施の際に留意すべき事項についてトンネルの特徴を踏まえて述べよ。

Ⅲ－Ⅱ 平成4年度以降の建設投資減少に伴い、建設業界の就労者数は年々減少傾向を示していたが、平成22年度以降、建設投資は増加の傾向にあり、建設技術者や建設技能者の不足が社会的な問題となってきた。このような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 建設業界における労働力不足の要因と考えられる社会的背景について多様な観点から記述せよ。
- (2) (1) の記述を踏まえ、トンネル分野においてあなたが特に重要であると考えられる課題を2つ挙げ、それぞれの解決策について記述せよ。
- (3) (2) であなたの提示した解決策がもたらす効果を具体的に示すとともに、解決策の実行に当たって想定されるリスクについて記述せよ。

## 平成28年度 建設部門 選択科目 9-9 トンネル

### Ⅱ－Ⅰ

Ⅱ－Ⅰ－Ⅰ 山岳トンネルを建設する際に、計画段階において検討すべき周辺環境に及ぼす影響を4つ挙げるとともに、それらに対する対策について述べよ。

Ⅱ－Ⅰ－Ⅱ 山岳トンネルのずり運搬方式を3つ挙げるとともに、各方式の特徴について説明せよ。

Ⅱ－Ⅰ－Ⅲ 市街地の道路部直下に掘削幅20m、深さ25mの開削工法による地下トンネルを計画している。対象地盤がすべてN値1～2程度の極めて軟弱な不透水性の粘性土であると仮定して、トンネルの掘削に伴う土留め壁の変形を抑制するための設計及び施工上の対策をそれぞれ2つずつ挙げ、その概要について説明せよ。

Ⅱ－Ⅰ－Ⅳ 地下30mにトンネル内径5m、曲率半径20mのシールド工法による急曲線施

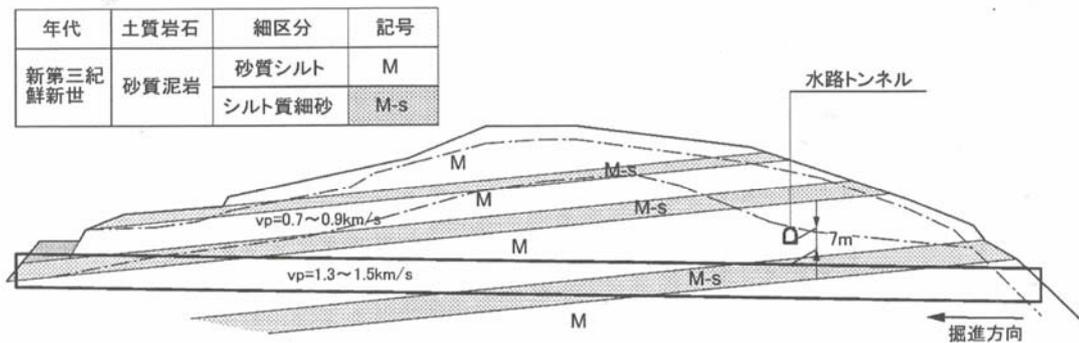
工を計画している。当該箇所の覆工には鋼製セグメントを用いるものとして、以下の問いに答えよ。

- (1) シールド機及びセグメントの計画に当たり、あなたが最も重要と考える検討項目を1つずつ挙げるとともに、その概要について述べよ。
- (2) この急曲線を実際に施工するための留意点を1つ挙げるとともに、その対応さくについて述べよ。

## II-2

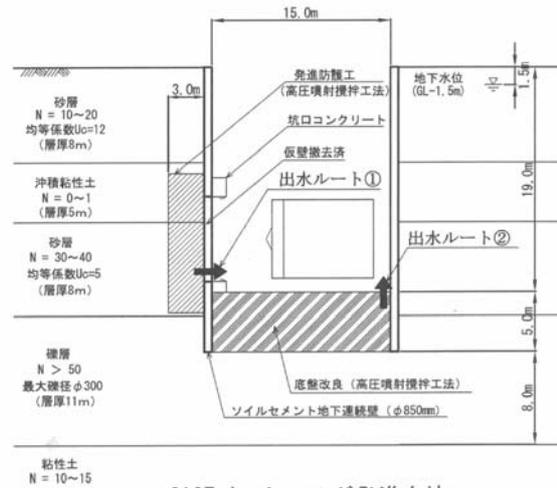
II-2-1 図のような2車線道路トンネルの建設が山岳工法により計画されている。途中で重要水路トンネルの直下を隔離約7mで交差する。この水路トンネルは昭和初期に建設されたもので、内空寸法は幅3m、高さ3mである。この近接施工について、以下の問いに答えよ。なお、通常期の地下水位はトンネルレベルよりも低いものとする。

- (1) トンネル建設に伴い懸念される現象及び工事計画段階で必要と考えられる調査項目について説明せよ。
- (2) 既設トンネル建設への影響、既設トンネル側の対応、新設トンネル側の対応の3つの観点から、工事計画段階で検討しなければならない項目について説明せよ。
- (3) 施工時に必要となる観察・計測項目を挙げ、施工管理方法について説明せよ。

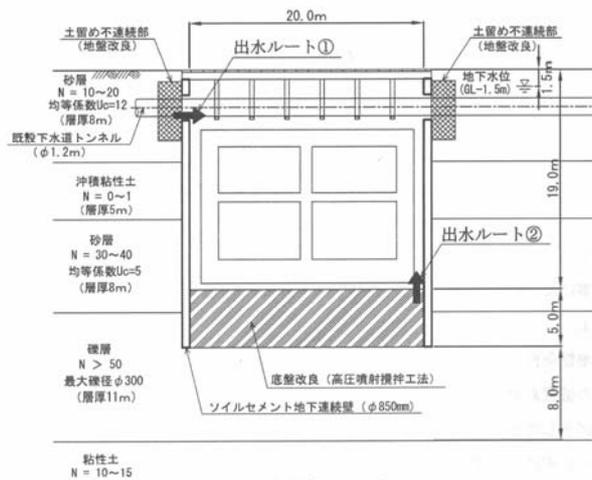


II-2-2 図に示すように、都市部においてシールド発進立坑工事(CASE-A)及び開削トンネル工事(CASE-B)を計画している。工事による出水事故の防止に関して、どちらか1方のCASEを選択し、以下の問いに答えよ。

- (1) 地盤条件を踏まえ、図に示すような立坑または開削トンネルの計画及び施工に当たっての留意点をそれぞれ多面的に述べよ。
- (2) 図示した出水ルート①及び②について、出水を未然に防止するための具体的な対策をそれぞれ2つずつ述べよ。



CASE-A シールド発達立坑



CASE-B 開削トンネル

### III

#### III-1

様々な自然災害が頻発する我が国では、いかなる災害が発生しても機能不全に陥らないように既設及び新設の社会基盤に防災、減災対策を講じておくことは非常に重要である。

近年発生した自然災害を踏まえ、建設部門の技術者として、以下の問いに答えよ。

- (1) トンネルなどの地下構造物の防災・減災に関して検討すべき課題を多様な観点から述べよ。
- (2) 上述した検討すべき課題のうち、あなたが特に重要と考える課題を2つ挙げ、その解決のための具体的な方策を述べよ。
- (3) 提案した方策がもたらす効果を具体的に示すとともに、想定される留意点をについて、あなたの考えをそれぞれ述べよ。

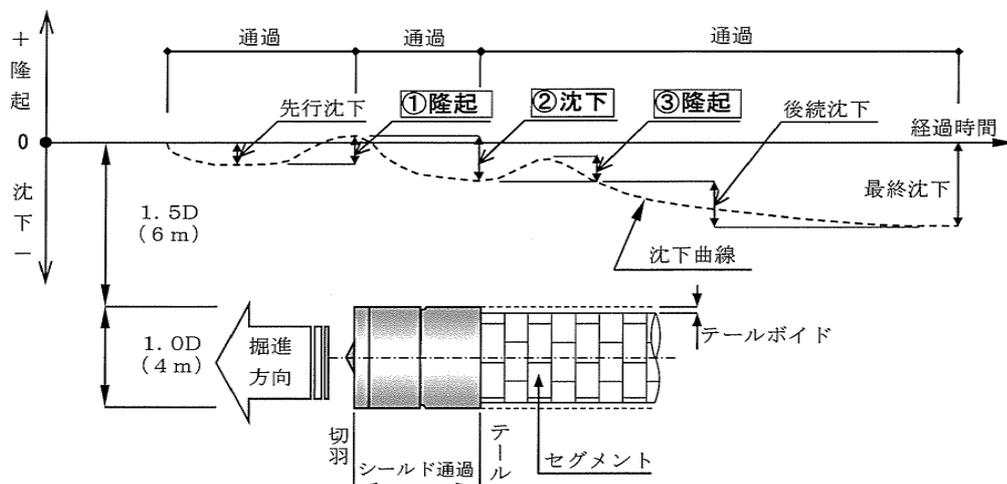
III-2 周辺環境や社会的要請が多様化、複雑化する中で、高品質な社会基盤の整備を進めることが重要である。しかし、近年、建設工事において、社会問題となっている「品質確保上の不具合」が生じてきている現状を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 建設される構造物の品質を確保する上で、調査、設計、施工の各段階における検討すべき課題を多様な観点から述べよ。
- (2) 上述した検討すべき課題のうち、あなたが専門とするトンネル分野において、品質を確保するために特に重要と考える課題を2つ挙げ、その解決のための具体的な方策を述べよ。
- (3) 提案した方策がもたらす効果を具体的に示すとともに、想定される留意点について、あなたの考えをそれぞれ述べよ。

**平成29年度 建設部門 選択科目 9-9 トンネル**

**II-1**

- II-1-1 山岳トンネルの掘削工法を5つ挙げ、それぞれについて適用条件、長所及び短所を説明せよ。
- II-1-2 山岳工法トンネル覆工には、材料、環境、施工に起因するひび割れが発生しやすいが、ひび割れを低減するための対策を4つに分類し、それぞれについて説明せよ。
- II-1-3 海岸線近く地下水位が高い軟弱な沖積層において土被りが少ない開削トンネルの建設を計画している。この開削トンネルの設計耐用期間中の性能照査を行うに当たり、以下の問いに答えよ。
  - (1) あなたが最も重要と考える外力あるいは環境等の作用を2つ挙げ、それぞれの留意点を述べよ。
  - (2) 上記の2つの留意点に対する対応策を挙げて内容を説明せよ。
- II-1-4 軟弱粘性土層（N値1から2）の小土被り区間（ $1.5D$ ）において、シールド掘進に伴う地盤変位が下図に示すように発生した。これを踏まえて、以下の問いに答えよ。
  - (1) 計画段階で行う地盤変位の予測及び施工中の計測管理について述べよ。
  - (2) シールド通過前の①隆起、②通過時の沈下及び③通過後の隆起それぞれについて発生原因と対策について述べよ。

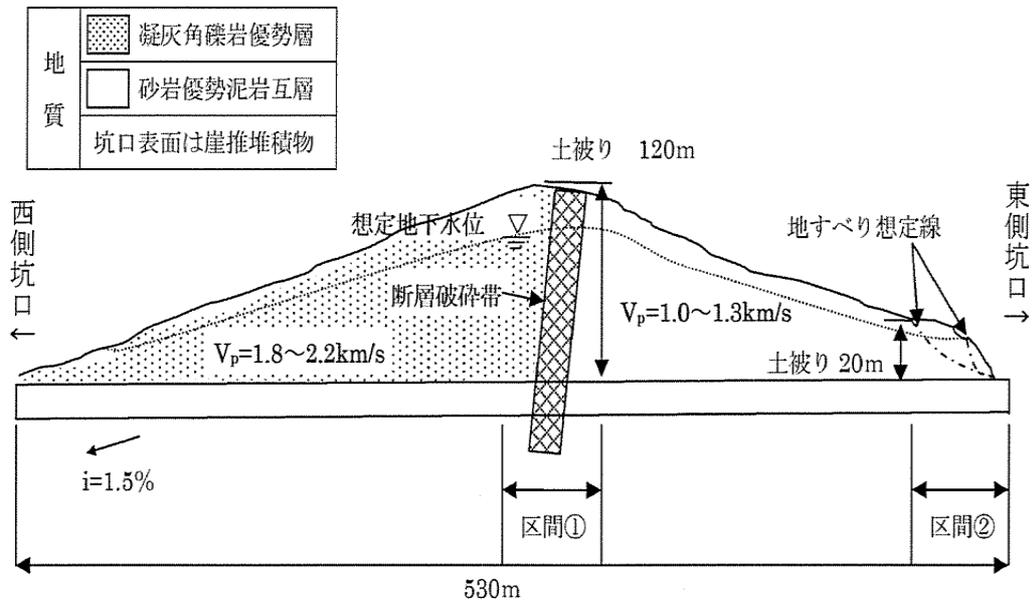


## II-2

II-2-1 下図のような条件の道路トンネルを山岳工法により西側坑口から掘削する。

トンネルを掘削するに当たって、断層破碎帯部の区間①と、地すべりが想定される区間②のそれぞれに対し、以下の問いに答えよ。

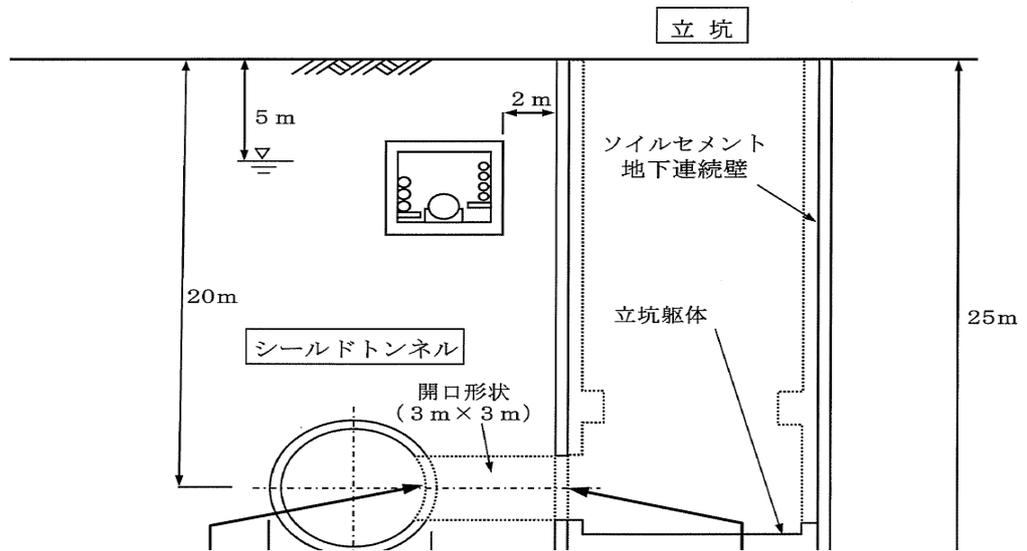
- (1) 区間①の掘削に当たって、断層破碎帯の施工上の問題点と、その対策を多面的に述べよ。
- (2) (1) 区間②の掘削に当たって、断層破碎帯の施工上の問題点と、その対策を多面的に述べよ。



現場条件：東坑口外側からの工事車両のアプローチは不可

II-2-2 下図に示す通り、市街地においてシールドトンネルが完成した後、開削工事により矩形立坑を築造し、シールドトンネルと立坑を接続する工事を計画している。なお、対象の土質は全て均等係数5の均一な細砂層として、以下の問いに答えよ。

- (1) この接続工事において、立坑側、シールド側のいずれかを選択し、本体構造物の開口部の補強設計に当たり考慮すべき項目及びその概要について述べよ。
- (2) この接続工事の横坑掘削を立坑側から非開削工法により行う場合、施工計画の立案に当たり考慮すべき項目を3項目以上挙げ、各々の概要について述べよ。



### Ⅲ

Ⅲ－Ⅰ 地球規模の環境問題から脱却し、人間社会の発展と繁栄を確保していくためには、「低炭素社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」を構築することが必要である。また、循環型社会を構築する上で、建設副産物対策や建設発生土の有効利用が重要な課題となっている。これらの状況を踏まえ、建設部門の技術者として、以下の問いに答えよ。

- (1) 「低炭素社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」の構築のために、あなたが重要と考える対応策と具体例について、それぞれ多様な観点から述べよ。
- (2) 建設副産物対策の課題及びその解決策について2項目以上述べよ。
- (3) トンネル工事において、建設発生土の有効利用を促進する上での課題、解決策及び留意点について、3項目以上述べよ。

Ⅲ－Ⅱ 近年、政府・行政をはじめとして労働者の「働き方改革」について、様々な議論がなされているところである。一方で、建設業では全国的に技能労働者不足が顕在化している。このような社会情勢下においてトンネル工事は計画から完成まで数年以上の期間を要する場合が多く、労働環境の改善あるいは生産性の向上に関する課題が山積している。

このような状況を勘案して以下の問いに答えよ。

- (1) 建設業において担い手の確保・育成のために検討すべき課題を3項目以上挙げ、それぞれの課題について述べよ。
- (2) あなたが専門とするトンネル分野において、生産性向上を実現する上で重要と考える対応策を4項目以上挙げ、それぞれの概要、効果及び留意点について述べよ。

以上