2021年度技術士第二次試験

筆記試験問題・合格答案実例集

[建設部門]

－ トンネル －

APEC-semi ＆ SUKIYAKI 塾

問題Ⅰ（必須科目）

問題文およびA評価答案例

令和３年度技術士第二次試験問題〔建設部門〕

９ 建設部門【必須科目Ⅰ】

Ⅰ　次の２問題（Ⅰ－１，Ⅰ－２）のうち１問題を選び解答せよ。（**解答問題番号**を明記し，答案用紙３枚を用いてまとめよ。）

Ⅰ－１　近年，地球環境問題がより深刻化してきており，社会の持続可能性を実現するために「低炭素社会」，「循環型社会」，「自然共生社会」の構築はすべての分野で重要な課題となっている。社会資本の整備や次世代への継承を担う建設分野においても，インフラ・設備・建築物のライフサイクルの中で，廃棄物に関する問題解決に向けた取組をより一層進め，「循環型社会」を構築していくことは，地球環境問題の克服と持続可能な社会基盤整備を実現するために必要不可欠なことである。このような状況を踏まえて以下の問いに答えよ。

（１）建設分野において廃棄物に関する問題に対して循環型社会の構築を実現するために，技術者としての立場で多面的な観点から３つ課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。

（２）前問（１）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を１つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。

（３）前問（２）で示したすべての解決策を実行して生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。

（４）前問（１）～（３）の業務遂行に当たり，技術者としての倫理，社会の持続可能性の観点から必要となる要件，留意点を述べよ。

（１）３つの課題抽出とその内容

１）建設リサイクルの推進：我が国の建設廃棄物は、全産業の排出量の約２割を占め、その発生抑制、再資源化、利活用は重要課題である。「建設リサイクル法」、「建設リサイクル推進計画」に基づく施策により、再資源化・縮減率は９７．２％まで向上しているが、排出量自体は増加傾向にある。したがって、排出量抑制の観点から、今後の社会資本の維持管理・更新時代に向けて、更なる建設リサイクルの推進が課題である。

２）物流システムの拡充：建設廃棄物から得られる循環資源については、適材適所で適量を利活用されることが望ましい。しかし、その物流システムが特定の地域に限定されていては、需給バランスが保てず、非効率である。また、豪雨災害等の自然災害で発生する災害廃棄物についても、短期間での大量処理が必要なため、関係者間の連携が重要である。したがって、廃棄物の効率的な利活用の観点から、広域な物流ルート確保に向けた海上輸送施設の整備や関係者間の連携強化を図る物流システムの拡充が課題である。

３）グリーン材料活用の推進：我が国の建設産業の主要材料である金属やプラスチックは、製造や加工に要するエネルギーが大きく、地球環境に大きな負担を与えている。したがって、地球環境負荷低減の観点から、公共工事における使用材料として、木材や近年注目されているバイオプラスチック等のグリーン材料活用の

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	○－○－

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	鉄筋コンクリート

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

推進が課題である。

（２）最重要課題と複数の解決策

最重要課題は、「建設リサイクルの推進」である。理由は、建設廃棄物の利活用が地球環境保全への近道、かつ、循環型社会の構築に繋がると考えたからである。

解決策１：建設混合廃棄物の現場分別の推進：建設混合物は、多様な材質が含まれている性質上、そのままの形での再資源化は困難であり、前処理段階で選別・分別作業が必要である。そのため、発注者による現場での分別作業の徹底及び民間活力による分別作業技術の開発・向上といった双方の取組み強化が有効である。これは、災害廃棄物の効率的な利活用の観点からも有効な施策である。

解決策２：循環システムの構築：建設発生土の不適正処理を防止するためには、①指定処分を徹底し、建設発生土の行先を完全に把握する。②可能な限り建設発生土の工事間利用を促進する。③工事間利用後、建設発生土の場外搬出量が供給過多にある場合は、新技術を活用して、改良・無害化し、大規模な土工工事への有効活用を検討する。などの循環システムの構築が有効である。

解決策３：下水道資源の有効利用の促進：下水汚泥のエネルギー利用・肥料利用を推進するため、バイオガス利用施設、固形燃料化施設、バイオガスからの水素精製施設等の整備を支援するとともに、下水汚泥固形

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	○－○－

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	鉄筋コンクリート

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

燃料のＪＩＳ規格の普及、地域バイオマスの利活用に係るガイドラインの策定、下水汚泥の肥料利用に関する事例情報の水平展開等の取組を進めることが有効である。

（３）波及効果および新たな懸念事項と対応策

１）波及効果：資源の有効活用や効率的な静脈物流システム等の運用、その技術開発等により、経済・社会活動が活性化し、環境分野への投資も活性化される。

２）懸念事項：新たな循環システムの構築により、既存の経済・流通活動や水循環システム、エネルギー供給ネットワーク等に改変を促し、その影響は面的な広がりを有し、かつ長期化することが懸念される。

３）対応策：関係省庁、地方自治体、ＮＰＯ、企業等とも積極的に連携・協働し、地域の将来像を描いた上で、適切な施策を選択する。

（４）技術者の要件・留意点

１）技術者としての倫理：全てのハード・ソフト対策を同時に行うことは困難である。各種施策の選択と集中や予算の適正な配分において、常に公益を最優先に取り組むことが必要である。

２）社会の持続可能性：持続可能な発展目標（ＳＤＧｓ）の実現、地球温暖化による気候変動や防災、海洋汚染、水資源管理といった諸課題の解決も必要であることに留意し、将来世代にわたる環境に優しく強靭な社会の持続可能性を追求する。

以上

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ-1
答案使用枚数	1 枚目　　3 枚中

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	コンクリート構造

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1．循環型社会の構築を実現するための課題

1）コンクリート殻発生量の削減

【観点：廃棄物発生量の抑制】

産業廃棄物のうち建設廃棄物の占める割合は比較的多く、主にコンクリート殻や型枠材などの廃棄物が挙げられる。いかにしてこれらの建設廃棄物の発生量を抑制するかが課題である。

2）建設資材の再使用促進

【観点：廃棄物の再使用】

コンクリート構造の多くは場所打ちであり、その施工には木製型枠が用いられるのが一般的であるが、木製型枠は使い捨てされることが多い。このように使い捨てにされる建設資材について、いかにして再使用の促進を図るかが課題である。

3）コンクリート殻の再利用（再生コンクリート）

【観点：廃棄物の再利用】

コンクリート構造物の解体により発生したコンクリート塊は、破砕→鉄筋等の除去→粉砕により、再生材として利用されている。主な用途は路盤材等であり、コンクリート骨材としては一般的に利用されていない。これは粉砕の際にマイクロクラックが生じたり、表面に微粉末が付着していることにより、コンクリートの強度に悪影響を与えるためである。コンクリート廃棄物からコンクリートを創造する、循環型社会構築のために、コンクリート殻を再生骨材として利用するため

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号		技術部門	建設部門
問題番号	Ⅰ-1	選択科目	鋼構造及びコンクリート
答案使用枚数	2 枚目　3 枚中	専門とする事項	コンクリート構造

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

の技術開発が課題である。

2．最も重要と考える課題とその解決策

循環型社会の構築には、廃棄物の絶対量を減らすことが重要と考え、「コンクリート殻発生量の抑制」を最も重要な課題と捉える。以下にその解決策を述べる。

1）コンクリート構造物の長寿命化

コンクリート構造物の維持修繕・更新の際には、大量のコンクリート殻が発生する。アセットマネジメントによる既設構造物の長寿命化や、高耐久なコンクリート構造物の建設により、維持修繕・更新の頻度を下げ、コンクリート殻の発生量を削減する。

2）コンクリート使用量の削減

新設コンクリート構造物において、プレキャスト化や高強度コンクリートの使用により部材断面を縮小し、コンクリート使用量を削減する。これにより、将来的に維持修繕や更新の際に発生するコンクリート殻を削減する。

3）新設構造物の縮減

プライオリティーをつけた選択と集中により、新設コンクリート構造物の建設量を縮減する。これにより、将来的に発生するコンクリート殻を削減する。

3．波及効果と懸念事項およびその対応策

1）波及効果

前述の対策により、コンクリート殻の発生が削減される。これに付随して、セメント使用量が減ること で、

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ-1
答案使用枚数	3 枚目　　3 枚中

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	コンクリート構造

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

セメント製造の際に発生するＣ０２の削減にも効果がある。

と考える。また、維持修繕や更新の頻度低下、新設構造物の縮減は、建設業界の担い手不足の軽減にも効果があると考える。

２）懸念事項とその対応策

懸念事項として、一つ目に、新設構造物の選択と集中を図る際に、地域住民との合意形成が難航する可能性がある。この対応策として、逼迫する財政面や費用対効果等について、的確に説明責任を果たすことを挙げる。二つ目に、プレキャスト化や高強度コンクリートの使用により部材断面を縮小した場合に、かぶり不足や充填不良等により、低耐久なコンクリート構造物となる可能性がある。この対応策として、入念な施工管理により確実にかぶり確保を行うこと、流動化剤の添加や十分な締め固めにより充てん不良を防ぐことを挙げる。

４．技術者として必要な要件と留意点

コンクリート技術者として、技術者倫理の観点より、業務遂行の全てのプロセスにおいて、公益の確保と国民の安全・安心な生活を守ることを最優先に考える必要がある。また、社会の持続可能性の観点より、環境への配慮を忘れず、常に新たな技術や知見を収集し修得することを心掛ける。加えて、新たな担い手を確保しつつ、技術継承を図ることが必要である。

－以上－

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

１．循環型社会を実現するための課題

社会資本整備の中でスクラップアンドビルドを繰り返した建設業界は、循環型社会実現のために果たすべき役割は大きい。社会経済の発展を持続するために必要な社会資本整備の在り方について建設分野における課題を抽出し、分析する。

課題１：社会資本の健全性確保

維持管理の観点として、社会資本の健全性確保を課題に挙げる。高度経済成長期に集中整備された社会資本が一斉老朽化する現状において、社会資本の健全性が確保できなければ循環型社会の実現は成しえない。

課題２：再生資源の活用

材料の観点として、再生資源の活用を課題に挙げる。天然資源の枯渇が叫ばれる現状において、既存ストックを巨大な貯蔵庫ととらえ、更新等の際は再生骨材として活用する。また都市ごみ焼却灰を主原料とするエコセメントなども活用する必要があると考える。

課題３：物流機能の強化

流通の観点として、物流機能の強化を課題に挙げる。廃棄物が都市部で集中して発生する現状において、再生資源を地方部においても循環活用するため、リサイクルポートの整備や、ミッシングリンクを解消する道路整備が必要と考える。

２．最重要課題の選定と解決策の提示

（１）課題１を最重要課題に選定する理由

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

既存ストックの効果を最大化しなければ、廃棄物が大量に発生し、循環型社会の実現が遠のく。一方、財政難の現状ではストックを有効活用し、支出を抑制しなければ真に必要な社会資本整備が実施できない。このような理由から、課題1の社会資本の健全性確保を最重要課題に選定する。

（2）社会資本の健全性確保の解決策

解決策1：維持管理技術の高度化

膨大な社会資本を効率的に維持管理するため、インフラ点検ロボットや、各種センサーを利用した遠隔モニタリングなど、ICT新技術を全面活用する。

解決策2：多様な人材の活用

インフラ維持管理に必要な労働力を確保するため、働き方と労働環境の改善行い、女性や若者を取り込む。また、情報関連産業等の異業種と連携し、新技術開発を加速させる。

解決策3：地方自治体の支援

膨大な施設管理する地方部で社会資本の健全性を確保するため、メンテ年報等を活用し、修繕に遅れの生じた地方自治体へは直轄診断や修繕代行により支援を行う。

3．解決策による波及効果と懸念事項と対応策

波及効果：生産性向上

新技術や多様な人材の活用により、建設業界全体で生産性が向上することが期待される。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

懸案事項１：必要な専門技術開発の遅れ

ＩＣＴや多様な人材の活用により、建設技術に精通した技術者が減少し、建設技術開発に遅れが生じるリスクがある。

対応策としては、専門技術者育成システムの強化、ナレッジマネジメントの構築が有効と考える

懸案事項２：地域間格差の拡大

企業体力や人材の絶対量、支援の差により、地域間で維持管理体制の格差が拡大するリスクがある。この格差の拡大は、地域の安全性や経済活力の差につながる懸念がある。

対応策としては、広域的に地域間の連携を行い、効率的な維持管理が有効と考える。

４．業務遂行に必要な倫理的要件

社会資本の健全性確保は公衆の安全に直結する事項であり、業務遂行にはより高い倫理観が必要となる。今後は多様な人材、異業種と共同で持続可能な社会を構築することに留意し、業務に技術者倫理を反映させることが建設技術者の使命と考える。

以上

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 復元答案

受験番号	
問題番号	Ⅰ－１

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	コンクリート

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（１）課題の抽出

①廃棄物発生の抑制

高度成長期に建設された社会インフラが今後２０年間でその半数が建設後５０年を経過すると見込まれている。大量に発生する老朽化インフラに対し、廃棄物の発生抑制を図ることが課題である。

②廃棄物の有効利用のための技術開発

建設の主要材料であるコンクリートの再資源化率は9割を超えるほど十分高い水準にある。しかしながら、その殆どが再生砕石として利用され、今後その需要は縮減していくことが見込まれるため、再生骨材としての再利用が望まれている。一方で、再生骨材はその品質の不安定さから一部の製品しか構造物に利用できないのが問題であり、今後新たな技術開発により、再生骨材の品質向上を図ることで利用を拡大していくことが課題である。

③需給バランスの調整

コンクリートの再生材などの生産は一部の都市圏に限定されており、また運搬費にコストがかかるため、その生産と地方における需要とのバランスにミスマッチが生じている。今後は建設リサイクルシステムを健全に推進していくために、廃棄物の再生利用の需要と供給の適正なバランスを保持していくための調整を図ることが循環型社会を構築していく上での課題である。

（２）最も重要と考える課題と解決策

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 復元答案

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

高度成長期に建設された構造物が大量に老朽化し、また一方で人口減少社会に直面する状況で、建設投資額の減少が見込まれる中、循環型社会の構築の為には、まずは「廃棄物発生の抑制」が最重要課題と考える。

①社会インフラの長寿命化

老朽化が進むインフラに対し、構造物に深刻な損傷が発生する前に、予防保全型のアセットマネジメントを導入することで、長寿命化を実現する。また、維持管理における補修・補強において、高耐久化材などを使用することで、インフラ構造物の長寿命化を図ることが、廃棄物発生の抑制につながる解決策である。

②既存インフラの有効利用

老朽化した社会インフラを、今までのスクラップ＆ビルト式に更新するのではなく、ＰＦＩやコンセッション方式など民間の資金とノウハウを活用することで、需要が減少した集合住宅などを医療、福祉施設などに活用することにより、既存施設の有効利用することが、廃棄物を発生させない解決策である。

③新設インフラの高耐久化の義務付け

既存インフラの長寿命化や有効利用だけでなく、新設構造物に対しても、サステイナビリティ―設計の概念を導入し、発注時に経済性だけでなく環境性まで含めたライフサイクルコストを算出させ、これを点数化することで高耐久化を義務付ける発注形式とすることが、廃棄物発生の抑制につながる解決策である。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 復元答案

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（３）波及効果と懸念事項への対応策

①波及効果：廃棄物発生の抑制を図る解決策を施すことにより、建設産業からのＣＯ２削減効果へとつながり、国が目指す２０５０年までのＣＯ２発生ゼロを目指す方針とも合致し、脱炭素社会実現と循環型社会実現に結びつく波及効果となる。

②懸念事項と対応策：既存インフラの長寿命化や有効利用、また新設構造物の高耐久化は、その対策が初期コストの負担増となる。このため、発注形式に性能規定や品質保証を取り入れたり、また複数年契約や複数年契約とすることで、初期コスト負担分を低減させるなどの対策が有効である。

（４）業務遂行の必要な要件と留意点

①技術者倫理の観点：技術者は、技術面のみを考慮した提案や、会社の利益を優先させた対策を行うのではなく、真に建設リサイクルを推進させて循環型社会の実減を図ることに留意し、公共の利益を優先させる技術的提案を行う必要がある。このため、技術者の倫理教育をＣＰＤ義務付けするなどの対策が有効である。

②社会の持続性の観点：人口減少社会において、持続的な建設リサイクルシステムを構築していくためには、現在の拡散した都市構造では非効率的である。このため、コンパクト＋ネットワークの概念を導入し、集約型の都市を実現することで、コンパクト化した社会でリサイクルを推進していくことが必要である。以上

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

近年、地球環境問題がより深刻化してきており、社会の持続可能性を実現するために「低炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」の構築はすべての分野で重要な課題となっている。社会資本の整備や次世代への継承を担う建設分野においても、インフラ・設備・建築物のライフサイクルの中で、廃棄物に関する問題解決に向けた取組をより一層進め、「循環型社会」を構築していくことは、地球環境問題の克服と持続可能な社会基盤整備を実現するために必要不可欠なことである。このような状況を踏まえて以下の問いに答えよ。

（1）建設分野において廃棄物に関する問題に対して循環型社会の構築を実現するために、技術者としての立場で多面的な観点から３つ課題を抽出し、それぞれの観点を明記したうえで、課題の内容を示せ。

（2）（1）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を１つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。

（3）（2）で示したすべての解決策を実行して生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。

（4）（1）～（3）を業務として遂行するに当たり、技術者としての倫理、社会の持続性の観点から必要となる要件、留意点を述べよ。

（１）循環型社会の構築を進める上での課題

課題１：効率的な静脈物流システムの構築［仕組み］

東日本大震災以降の我が国のエネルギー需給構造の脆弱性の深化、世界全体での資源制約の強まりという危機を踏まえ、資源の循環利用が求められている。

循環資源利用を強化するためには、効率的な静脈物流システムの構築が課題である。

課題２：環境施策の推進［法整備］

環境対策を積極的に進めるためには、人や企業が積極的に環境対策に取り組むような行動変容が必要である。

企業が積極的に環境対策に取り組むためには、環境配慮を促すような経済施策を行う必要があるため、環境施策の推進が課題である。

課題３：環境技術による国際協力［技術協力］

我が国は、高度経済成長期に発生した環境問題や公害に対して、技術開発等を行い対応してきた。

世界全体の資源制約の強まりを緩和するためには、経済発展を見せるアジア新興国の都市化に起因する環境問題の解決が求められる。これを解決するため、我が国の環境技術を提供することが望ましく、官民一体で、国際環境協力に取り組むことが課題である。

（２）最も重要と考える課題と複数の解決策

循環型社会を持続していくためには、資源の循環利用の推進・強化が必要であるため、「効率的な静脈物

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	〇－〇－

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

〇受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
〇解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

流システムの構築」が最も重要な課題と考える。

解決策１：建設リサイクルの推進

建設発生土の不適正処理を防止するためは、①指定処分を徹底し、建設発生土の行先を完全に把握する。②可能な限り建設発生土の工事間利用を促進する。③工事間利用後、建設発生土の場外搬出量が供給過多にある場合は、新技術を活用して、改良・無害化し、大規模な土工工事への有効活用を検討する。などの循環システムの構築が有効である。

解決策２：下水資源の利活用

下水汚泥のエネルギー利用・肥料利用を推進するため、バイオガス施設、固形燃料施設、バイオガスからの水素精製施設等の整備を支援するとともに、固形燃料のＪＩＳ規格の普及、バイオマスの利活用に係るガイドラインの策定、肥料利用に関する事例情報の水平展開等の取組を進めることが有効である。

解決策３：港湾のリサイクルポートの利活用

港湾は、物流基盤としての機能だけでなく、エネルギーの生産や廃棄物処分場等の機能を有している。

循環資源の広域流動の拠点となる港湾をリサイクルポートに指定し、港湾施設の整備等に対することで、循環資源の広域利用が可能な静脈物流システムを構築することができる。

また、港湾を活用し、トラック等の陸上輸送を低減し、海上輸送を普及することで低酸素社会にも貢献す

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	○－○－

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

ることが可能である。

（３）波及効果と新たな懸念事項への対応策

波及効果：資源の有効活用や効率的な静脈物流システム等の運用により、経済活動が活性化する。また、環境対策の普及により、人や企業に環境に配慮した行動変容を促すことが可能となる。

新たな懸念事項：既存の経済活動に新たな循環システムを統合する必要があるため、実用化は、長期化することが懸念される。

対応策：国・地方公共団体、学校、企業、地域住民が協同し、新たな循環システムの導入を推進する。

また、早期実用化に向けたインセンティブ制度の導入も有効と考えられる。

（４）技術者倫理および必要となる要件と留意点

技術者倫理：全てのハード・ソフト施策を同時に進めることはできないため、費用対効果分析と公正な判断に基づき、優先順位を決定する。また、インフラの利用者・地域住民等に対してはインフラ整備の手順と得られる効果を説明する必要がある。

必要となる要件と留意点：費用対効果分析と既存インフラ整備のＰＤＣＡサイクルをスパイラルアップすることで持続可能性を担保し、施策の実施中においては柔軟に施策の追加・変更を行うことで、将来世代に渡って、持続可能な循環型社会を構築する。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

１．多面的な課題の抽出と分析

（１）災害廃棄物の迅速な処理

我が国はこれまで幾度となく巨大地震の被害に見舞われてきたが、発生した災害廃棄物の処理が停滞したことで復興に遅れが生じた事例が確認されている。

また、災害廃棄物の仮置場に処理困難物が不法に投棄された事例もあり、災害廃棄物処理の停滞が循環型社会の形成の障害となっているのが現状である。

これに対し、輸送効率の高い海上輸送網を利用した総合静脈物流拠点港「リサイクルポート」の整備が災害廃棄物の迅速な処理の観点から重要である。

（２）老朽化施設更新時の廃棄物削減

我が国では今後、建造から50年以上が経過する施設の数が加速度的に増加する見込みであり、施設の更新に伴う廃棄物の発生量の増加が予想される。

これに対し、需要の低下した施設の廃止や、社会的ニーズに合わせた利用転換による更新施設数の削減が老朽化施設更新時の廃棄物削減の観点から重要である。

（３）建設副産物の再資源化

我が国の新規埋立地は近年減少傾向にあり、廃棄物の最終処分場が不足している状況にある。

これに対し、建設副産物の発生量のうち大部分を占めるコンクリート殻の再資源化や、建設発生土及び浚渫土の工事間融通の推進が、再資源化による廃棄物量の削減の観点から重要である。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

２．最も重要な課題と解決策

（１）最重要課題

1-（3）建設副産物の再資源化が最重要と考える。

最終処分場の残余容量には限りがあり、容量消費を最小化するためにはボリュームの大きいコンクリート殻や建設発生土の処分量削減が効果的なためである。

（２）解決策

①コンクリート殻の再資源化

コンクリート殻を骨材として利用したコンクリート二次製品を積極的に活用する。

これにより、コンクリート殻の廃棄物量を削減する。

②建設発生土の工事間融通

我が国では依然として、盛土・埋土材の一部に新材が用いられている。

安易な新材利用は、建設発生土の再資源化率の低下を招くほか、新材採取による山肌の露出は土壌保全機能や保水機能を低下させ、土砂災害等の原因となる。

これに対し、建設発生土の工事間マッチングシステムを活用し、官民工事間の建設発生土の有効活用を促進することで、新材採取料と最終処分量を削減する。

③浚渫土を活用した干潟・浅場造成

浚渫土を活用した干潟・浅場の造成により、アサリ等の水質浄化機能を持つ生物が生息可能な環境を構築する。

これにより、浚渫土の最終処分量を削減する。

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

３．波及効果と新たな懸念事項への対応策

（１）波及効果

近年、世界的にＥＳＧ投資への関心が高まっており、循環型社会形成の取り組みにより関連企業の資金アクセスが改善され、持続可能性が向上する。

（２）新たな懸念事項

コンクリート殻や建設発生土は六価クロムやカドミウム等の重金属や、ダイオキシン等の有害物質を含有しており、これらが環境中へ溶出した場合、濃度によっては人々の健康や生態系への悪影響が懸念される。

（３）対応策

有害物質が溶出した場合のリスクアセスメントを実施するとともに、含有量および溶出試験の徹底により、土壌環境基準や水底土砂に係る環境基準に適合していることを確認する。

４．必要となる要件・注意点

有害物質が溶出する恐れのある建設副産物を用いる場合、利用先の周辺住民に対するリスクコミュニケーションの実施が公衆の安全確保ならびに説明責任の観点から必要である。

また、廃棄物の輸送時は輸送効率の高い海上輸送を用いることは勿論であるが、船舶の動力への燃料電池の活用や水素バンカリング拠点の整備によりCO_2排出量の削減を図ることが、社会の持続性の観点から必要である。

以上

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	[redacted]	技術部門	建設　部門
問題番号	I-1 風水害による被害の軽減・防止	選択科目	道路　科目
答案使用枚数	1 枚目　3 枚中	専門とする事項	道路交通計画

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

(1) 風水害による被害を防止・軽減するための課題

①：いかに想定外の風水害に対応するか（技術面）

日本は山と海の距離が近く、雨が一度に川を伝い海へ流れ出やすい地形となっている。また、太平洋に接しており南方の海上で発生した台風による被害を受けやすい環境である。そのような状況の中、地球温暖化等の影響により災害が激甚化・頻発化する傾向がある。ため、いかに想定外の風水害に対応するかが技術面から示す課題である。

②：いかに日頃から維持管理を行うか（維持管理面）

高度経済成長期に構築された社会資本ストックは多くが更新時期を迎えているが、数が多く同時に更新を実施することが困難である。その一方で、風水害はいつ・どこで発生するがわからないが、被災を最小限で食い止め、社会資本ストックの機能を確保する必要がある。そのため、いかに日頃から維持管理を行うかが維持管理面から示す課題である。

③：いかに技術者を確保するか（人材面）

日本の少子高齢社会に伴う人口減少により、将来的に維持管理を行う技術者が不足する懸念がある。さらに、維持管理を行うストック数が膨大で、必要な対策も莫大な数になることから、人材面からいかに維持管理を行う技術者を確保するかが課題である。

(2) 重要と考える課題と複数の解決策

課題：いかに想定外の風水害に対応するか（技術面）

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	[redacted]
問題番号	I-1 風水害による被害の軽減・防止
答案使用枚数	2 枚目　3 枚中

技術部門	建設	部門
選択科目	道路	科目
専門とする事項	道路交通計画	

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

近年、災害の激甚化・多発化が進んでおり、いつ・どこで社会資本ストックが被災するか不明だが、その中でも対策の実施が必要なため課題として選定した。

解決策①：ハザードへの対応

氾濫や高潮による被災を防ぐため、堤防の整備を行う。また、洪水の影響を防ぐための貯水池や導水路の整備、雨水が一度に川に流れるのを防ぐための保水性舗装などの対策を行う。さらに、強風による被災を防ぐための防風林を設置するなど、社会資本ストックの被災を防ぐ必要がある。

解決策②：暴露への対応

①で示した対策を実施しても、想定外の災害による被災を完全に防ぐのは難しい。このため、被災する可能性が高い箇所は開発を抑制し、被災から人命や資産を保護する。また、二重堤防を整備し被災範囲を最小限にすることや、粘り強い構造の堤防とすることで被災した際のダメージを最小限とする必要がある。

解決策③：脆弱性への対応

社会インフラとなる道路やライフラインのネットワーク化を進める。これにより、ある路線が被災したとしても、代替のルートを利用して輸送が可能となるため、被災による影響を抑えることが可能となる。なお、対策を行う際は路線ごとに耐震レベルの統一を行うことにより、路線内の一部が被災し寸断されるリスクを抑えることが必要である。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	[redacted]
問題番号	I-1 風水害による被害の軽減・防止
答案使用枚数	3 枚目　3 枚中

技術部門	建設	部門
選択科目	道路	科目
専門とする事項	道路交通計画	

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

併せて、ソフト対策として自治体ではＢＣＰ対策を実施することや住民はハザードマップ等の確認を行う。これにより、災害発生時でも各自が主体的に人命や資産を守る行動をとり、被災を最小限にする。

(3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクと対策

リスク：ハザードの変化

対策の進捗に応じて、ハザードが変化する場合もある。ハザードが変化した場合は、従来のハザードマップやタイムラインが使えなくなる可能性がある。

対策：タイムラインの更新制度・周知制度の充実

対策の進捗に合わせ、ハザードマップやタイムラインを更新できる仕組みづくりを行う必要がある。特に、道路整備後は旧道が廃止されるなど従来のハザードマップに記載された道路が使用できないことも考えられる。そのため、道路の変化などをわかりやすく周知する仕組みづくりも必要である。

(4)：業務遂行にあたり、必要となる要件・留意点

交易確保の観点から、常にエンドユーザーの安全・安心の確保を最優先に考える倫理観を持ち、社会資本ストックの構築・維持を行う。

また、業務の各段階において、上記のことを意識して取り組む必要がある。

以上

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－1

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境
専門とする事項	

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

１．循環型社会の構築を実現する上での課題

１－１．既存ストックの活用

我が国のインフラ・設備等の多くは、高度経済成長期以降に建設され、一斉に老朽化を迎えつつある。これらのインフラ・設備等の全てを同時に更新するのは、社会・自然環境や経済面等の観点から困難な状況となっている。

したがって、既存のインフラ・設備をストックとして活用し、長寿命化していくことが課題である。

１－２．計画段階のリサイクル計画策定

従来の建設事業では、事業初期の計画・設計段階において、維持管理や更新段階の廃棄物の検討が含まれていない場合が多かった。そのため、今後に一斉に更新時期を迎えるインフラ・設備から発生する廃棄物がが大量に発生し、処理が困難になるおそれがある。

したがって、各事業の計画段階において、リサイクル計画策定を進めることが課題である。

１－３．混合副産物の分別

建設分野における廃棄物は、コンクリート塊等を含めて９０％以上の高いリサイクル率を近年では維持している。しかし、建設現場では、廃プラスチックを含めた混合副産物の分別が進んでおらず、依然として低いリサイクル率となっている。

したがって、混合副産物の分別を進めることが課題である。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

２．最重要課題と複数の解決策

２－１．再重要課題

最重要課題は、「既存ストックの活用」であると私は考える。その理由は、対応が早いほど効果が表れる課題であり、最も早急な対応が必要な緊迫した課題であるためである。

２－２．複数の解決策

２－２－１．予防保全型維持管理への転換

従来のインフラ・施設等の維持管理は事後保全型となっており、補修等が計画的に行われずに機能低下の進行を招いている。

したがって、予防保全型の維持管理に転換し、補修等を計画的に行って施設機能の低下を遅らせ、インフラ・施設の長寿命化を進めることが解決策である。

２－２－２．アセットマネジメントの活用

従来のインフラ・施設等が膨大で、全てを同時に更新することは困難で、体系的な維持管理が行われていない状況にある。

したがって、アセットマネジメントを活用して、インフラ・施設等のライフサイクルコストや健全度を踏まえ、利用状況等に応じて優先順位を付けて、体系的な維持管理を進めていくことが解決策である。

２－２－３．メンテナンスサイクルの推進

インフラ・施設等の維持管理は、メンテナンスサイクルが適切に実施されていない場合があり、老朽化の

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

進行を早める要因となっている。

したがって、点検・診断・措置・記録等のメンテナンスサイクルを確実に実施して、インフラ・施設等の長寿命化を進めることが解決策である。

3．波及効果と懸念事項への対応策

3－1．波及効果

維持管理等に関する新規分野の技術開発が進み、新たなビジネスチャンスが発生する効果が期待できる。

3－1．懸念事項への対応策

3－1－1．技術者の確保

市町村等の地方自治体では、インフラ・施設等の維持管理を担当する技術者が少なく、維持管理が進まなくなる懸念がある。そのため、国や県等から技術者を派遣し、研修会等により技術教育等を行い、技術者を育成していくことが対応策である。

3－1－2．データベースの構築

インフラ・施設等の維持管理に関するデータが国と地方自治体等で共有されていないため、効率的な維持管理ができない懸念がある。そのため、国と地方自治体等が情報を共有して効率的な維持管理を可能とするデータベースの構築が対応策である。

4．技術者倫理と社会持続可能性からの必要要件

技術者倫理は循環型社会の構築により住民の健康や安全を守ること、社会持続可能性はインフラ長寿命化により環境への影響抑制することが、必要要件である。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	R3　Ⅰ-1
答案使用枚数	1 枚目　　3枚中

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境科目
専門とする事項	自然環境調査結果の分析・評価

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

（1）循環型社会の構築を実現するための課題

課題①：建設廃棄物発生の抑制

我が国のインフラは、多くが高度経済成長期に整備されたので、近年、一斉に更新時期を迎えている。今までのインフラの更新は、使用不能後に解体・新設する事後保全にて行われてきた。しかし多数の老朽化したインフラを、全て事後保全にて更新すると多量のガレキ等の産廃が発生し、処分場が満杯になる等の自然環境への影響が生じる恐れがある。

循環型社会構築のため、インフラの老朽化対策に伴う建設廃棄物の抑制を、どの様に行うかが課題である。

課題②：建設発生土のリサイクル推進

建設事業にて発生する廃棄物のリサイクル率のうち、コンクリート塊、アスファルト、木材はほぼ100%である。しかし建設発生土は受入先、利用先が少なく、またリサイクル施設が少ないために80%程度である。

循環型社会構築のためには建設発生土のリサイクル向上が必要であるが、具体的にどのような方法でリサイクルを推進するかが課題である。

課題③：不法投棄の抑制

建設事業にて発生する廃棄物の不法投棄量は、全産廃の40%を占め、全産業において最大である。最大の一因は、建設事業の廃棄物処理工程・追跡や処理業者を示すマニュフェストの多くが紙媒体であること、廃棄物の処理を下請け業者に行わせる当の処理システム

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	R3　Ⅰ-1
答案使用枚数	2 枚目　　3枚中

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境科目
専門とする事項	自然環境調査結果の分析・評価

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

の不明瞭化、責任の所在の不明確化が考えられる。

循環型社会構築に向けて建設事業より発生する廃棄物の不当投棄抑制のため、どの様なシステムを構築するかが課題である。

（２）最も重要と考える課題と、課題に対する解決策

先述した３つの課題のうち、最も重要と考える課題は、課題①である。理由は、建設廃棄物を抑制しながらインフラの老朽化対策を実施することで、循環型社会の構築の他に、物流・生産性向上にも貢献するからである。

解決策は、以下の通りである。

・インフラの新設においては、優先度の高いインフラから集中的に予算を投入し、更新・新設を行う「選択と集中」を採用する。

・老朽化したインフラの更新においては、定期的に点検・補修を行う「予防保全型」を採用する。

・上記対策時に発生したガレキ等の建設廃棄物は、循環型社会構築のために適正にリサイクルを行う。

（３）波及効果と懸念事項への対応策

（３）－１．波及効果

（２）で述べた対策の実施により、事後保全よりも建設廃棄物の排出が抑制されるので循環型社会構築に貢献するとともに、我が国の厳しい財政状況下においてもインフラの新設、更新ができるので物流・生産性向上に貢献することができる。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	R3　Ⅰ-1
答案使用枚数	3 枚目　　3枚中

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境科目
専門とする事項	自然環境調査結果の分析・評価

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

（３）-２．懸念事項と対応策

我が国のインフラ老朽化対策及び産廃抑制対策は、建設分野の技術者が担っている。しかし近年は、団塊世代の大量退職、若手の離職等により技術者が減少傾向なので、対策の実施が困難となる恐れがある

対応策は、以下の通りである。

・少ない技術者でも点検が実施できるよう、ＩＣＴを活用した点検ロボット、産廃の選別機、ＡＩ等を採用する。

・早期に技術者を確保するため、退職した技術者の再雇用、外国人技術者の登用を実施する。

（４）業務として遂行するに当たり必要となる要件

（１）から（３）で述べた循環型社会構築に向けた対策を、我々技術者が国民の立場に立って行うに当たり必要な要件は、「公衆の利益優先」と「社会の持続可能性の確保」である。業務において建設分野の利益を重視し、インフラ等の品質確保等を軽視すると、これらの品質、安全性が低下し、最終的に国民の生命、財産が脅かされる。また業務中での無計画な地盤掘削、樹木伐採や重機からの騒音・振動に対する未配慮等により、現在及び将来の国民に残すべき自然環境・生態系、事業地周辺の住民生活の低下を招く。

以上の行為は国民の技術者、業界に対する不信を招き、信用失墜につながる。よって技術者は、常に技術者倫理に則って事業を行わなくてはならない。　以上

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	R3　Ⅰ-1
答案使用枚数	4 枚目　　3枚中

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境科目
専門とする事項	自然環境調査結果の分析・評価

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24 字×25 字

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－1

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境
専門とする事項	建設事業における自然環境保全・創出・影響評価

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（１）廃棄物に関する問題に対して循環型社会の構築を実現するための課題

（１）－１ 再資源化の観点から、いかに質の高いリサイクルを推進するか

1990年台は約60%の再資源化率であったが、近年はコンクリート塊、コンクリート・アスファルト塊においては再資源化率が約95%以上である。このことから、今後は高い再資源化の維持、質の向上が重要である。

（１）－２ 廃棄物量の観点から、いかにインフラ構造物の長寿命化を推進するか

道路や橋等の大型構造物の廃棄にあたり、大量の建設混合廃棄物が発生する。このため、構造物の長寿命化により、廃棄物量を根本的に減らすことが重要である。

（１）－３ 生産性向上の観点から、いかに再資源化の各工程を効果的・効率的に実施するか

廃棄物の再資源化には、調査、計画、施工、分析、解体、搬出入、処理、再利用等の複数工程が含まれる。このため、各工程における生産性向上による循環型社会の形成が求められる。

※ここまでにもう１文程の分量があった。

（２）最も重要な課題と解決策

（２）－１ 最も重要な課題

いかに質の高いリサイクルを推進するか

建設リサイクル推進計画2020のサブテーマでも

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，1 マスにつき 1 文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

「質」の高いリサイクルが述べられていることから、最も重要な課題であると考える。

（2）-2 複数の解決策（①～④）

①再生資材の利用促進

これまで、排出元の視点による資源化率の指標はあったものの、利用側の視点に基づく再生資源の利用状況に関する指標はなかった。このことから、再生資材の利用状況に関する指標の検討が必要である。

また、他産業廃棄物についてもグリーン調達に基づき再生資材の利用を促進する。

さらに、再生資材の品質基準や保証方法に関する検討を行う。

②優良な資源化施設への搬出

再資源化率・縮減率の高い資源化施設を民間も含む受発注者間で調査、情報共有し、搬出を促進する。

※もう 1 文の分量があった

③建設混合廃棄物の適正な処理

建設混合廃物は民間を含む受発注者間で現場での分別を義務付ける。

廃プラスチックについては、官民連携で再資源化に向けた調査、分析、実用化に取り組む。

④建設発生土の有効利用及び適正処理

建設発生土は官民利用マッチシステムを活用し、民間事業者の参画を推進することで、有効利用する。

※ここまででもう 1 文程度の分量があった。

○解答欄の記入は，1 マスにつき 1 文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

また、建設発生土の排出元と移動先でのトレーサビリティを確保することで、不法投棄を抑制する。

（3）-1 波及効果；生物の生育生息地の減少抑制

再資源化率・縮減率の向上により最終処分量が減少し、埋立場の面積が減少する。最終処分場は海岸や森林を広範囲で改変することから、最終処分量の減少は、生物の生育生息地の減少抑制に寄与する。

（3）-2 リスク；資源化施設の増設・改築の増加による自然環境及び生活環境への影響

（3）-3 対応策；自主的な環境アセスメントの実施検討

資源化施設の増設・改築による環境影響が懸念される。これに対して、法律や条令で指定される規模以上であれば環境影響評価を適正に実施し、法律や条令で指定の規模以下であれば自主的な環境アセスメントの実施を検討する。

※ここまでの分量があった。

（4）技術者倫理及び持続可能性に必要な要件・留意点

事業の予算や利益を追求するのではなく、常に公営季を最優先して遂行する。特に循環型社会は SDGs と関連が強いため、ESD 教育を念頭に置いて、地域住民や地元教育機関と連携しての取組を意識する。

Ⅰ－２　近年，災害が激甚化・頻発化し，特に，梅雨や台風時期の風水害（降雨，強風，高潮・波浪による災害）が毎年のように発生しており，全国各地の陸海域で，土木施設，交通施設や住民の生活基盤に甚大な被害をもたらしている。こうした状況の下，国民の命と暮らし，経済活動を守るためには，これまで以上に，新たな取組を加えた幅広い対策を行うことが急務となっている。

（１）災害が激甚化・頻発化する中で，風水害による被害を，新たな取組を加えた幅広い対策により防止又は軽減するために，技術者としての立場で多面的な観点から３つ課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。

（２）前問（１）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を１つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。

（３）前問（２）で示したすべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対応策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

（４）前問（１）～（３）を業務として遂行するに当たり，技術者としての倫理，社会の持続性の観点から必要となる要件・留意点を述べよ。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	2021 年度　問題Ⅰ－２

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

１．風水害による被害を防止又は軽減するための課題

（１）観点：技術面、想定を超える自然災害への対応

・近年、施設能力を超過する風水害が多発している。また、インフラ施設の老朽化が進行しているため、被害の増大が懸念されている。こうした状況に技術的にどう対応するかが課題である。

（２）観点：制度面、被災しない住まい方

・土砂災害警戒区域の指定エリアにおける土砂災害が多発している。警戒区域では各種規制を行っているが、こうしたエリアの居住者の移転が進まない。

・現行制度では、立地適正化計画や各種規制を実施しているが、対応できていないのが課題である。

（３）観点：人材面、災害対策を担い手、技術者、業者の不足

・人口減少、少子高齢化により建設業従事者も減少している。また、新たな入職者も少ない状況である。

・今後、高齢化した技術者、技能者の離職も想定されるため、将来にわたる担い手の確保が課題である。

２．最も重要な課題及び解決策

（１）最重要課題

・想定を超える災害にいかにして対応するか

（２）理由

・大雨の頻度の増加や降水量の増大など、強大化する風水害による災害から、何としても国民の生命、財産を守ることが最も重要であると考える。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24 字×25 字

○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（３）解決策

１）激甚化する風水害への対策

①流域治水の推進

・堤防、護岸の嵩上げ、砂防や海岸保全施設の整備、利水ダム容量の有効活用、遊水池や霞堤の機能の保全、市街地内の排水施設の整備等を進めていく。

②強靭なネットワークの形成

・救援ルートや経済活動を停滞させないため、ネットワーク機能のリダンダンシーを確保する。高規格道路と直轄国道とのWネットワーク、法面補強等を進める。

２）予防保全に転換するための老朽化対策

①構造物の補修、補強

・老朽化するインフラ施設について、施設の重要度やストック効果をふまえた優先順位を設定し、集中した老朽化対策を実施する。

・過疎化が進行する地域については、集約についても検討していく。

②予防保全による維持管理と施設の長寿命化の推進

・事後保全から予防保全に転換し、メンテナンスサイクルを回していく。

・点検→診断→措置→記録という一連のプロセスで施設を良好に維持管理し、長寿命化を図る。

３）施策を効率的に実施するためのデジタル化推進

①国土強靭化に向けたデジタル施策の推進

・ＩＣＴやＡＩを活用した業務の支援、新技術の開発

○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

を進めていく。

・地方自治体ではまだ進んでいないが、国土交通データプラットフォームの構築を進めていく。

②防災関連情報の高度化

・気象・災害・防災情報の高度化を図る。

降水予測や線状降水帯の予測精度の向上、ICTの活用による避難路、避難伝達や状況把握の効率化を進めていく。

3.すべての解決策実行でも生じうるリスクと対応策

1）新たに生じうるリスク

・災害対応を進めて施設の整備や補強、補修を実施するとハザードの位置が変化し、次に脆弱な個所が被災するおそれがある。

2）それへの対応策

・防災施設等の整備状況を踏まえてハザードマップを改訂し、住民へ周知徹底する。

4.業務遂行時の技術者倫理、社会の持続性の観点から必要となる要件、留意点

①技術者倫理

・常に社会全体の公益をふまえて業務に取り組む。留意点は説明責任を果たし、技術の研鑽を積むこと。

②社会の持続性

・環境の保全を常に念頭に置き業務に取り組む。

・留意点は、環境保全と施設の長寿命化に配慮し、廃棄物を減らす材料や工法の選定を心掛ける。

2021年度技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－2 風水害被害の防止軽減

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	鋼構造建築物の施工

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（1）風水害被害の防止、軽減に関する課題

課題①：風水害対策の加速化・深化

近年の風水害は全国で毎年のように発生しており、その被害規模は過去に経験したことがないようなものが多い。このため、風水害対策が遅れてしまえば、国民の生命・財産や経済・生活を守る事は難しい状況である。したがって、技術面の観点から、風水害対策の加速化・深化が課題である。

課題②：予防保全による構造物の耐力低下防止

全国には風水害対策用の防災インフラが多数あり、老朽化に伴い維持管理コストが膨大にかかる。予算不足の中で、老朽化対策が遅れ構造物の耐力低下に気づけず、被災後の復旧に長期間を要した場合は社会経済活動に大きな影響を与える。したがって、コスト縮減の観点から、予防保全への確実な転換が課題である。

課題③：風水害対策を担う人材の確保

堤防の決壊に伴う復旧や風水害対策工事は、短期間での復旧や施工ヤードが十分に確保できない状況の中での工事が多く技術的難易度が高い。一方で、高い技術力を有した技能者の確保は処遇改善が遅れているため難しい。したがって、担い手確保の観点から、CCUSの普及促進により処遇改善を行う事が課題である。

（2）最重要課題と複数の解決策

最重要課題：上述の課題①を挙げる。

課題遂行のために、外力の制御、被害対象の減少、

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

被害軽減と回復力向上を図る。以下に解決策を述べる。

解決策①：国民の生命・財産被害の防止・最小化対策

1）流域治水対策による外力の制御

例えば、ダム再生や利水ダムを豪雨災害の発生前に治水利用する。また、遊砂地や流木止めと鋼管透過型の砂防えん堤等を整備して、河川の氾濫を防止する。さらに、高潮堤防や高規格堤防の整備を進めて、越水や浸透による堤防の決壊リスク抑える。加えて、霞提や遊水地の整備と市街地の排水施設を強化する。

2）災害に強い市街地形成による被害対象の減少

例えば、堤防決壊や内水氾濫により被災する浸水危険地域における新規の開発事業を規制する。

また、災害ハザードエリアからの移転の促進や立地適正化計画と都市機能の集約により防災力を向上させる。

解決策②：国民の経済・生活を支えるための対策

1）道路等のリダンダンシー確保による被害の軽減

例えば、高規格道路と国道のダブルネットワーク化や高速道路の4車線化を推進する。また、緊急輸送道路に架かる渡河部の橋梁は、橋脚の根固めによる洗堀防止と、流水に対して支承の補強・交換により橋梁流出を防止する事で被害を軽減する。。

2）交通インフラの浸水対策強化による被害の軽減

例えば、地下鉄や地下駅と電源設備の浸水対策として、トンネル坑口や地下駅と電源設備の出入り口に鋼製の防水扉やアルミ製の軽量な防水せき板を設置して

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

浸水を防止する事で被害を軽減する。

３）避難体制の構築と住宅の浸水被害の回復力向上

例えば、ハザードマップとマイタイムライン等を住民参加型で作成し日常から訓練する。また、宅地のかさ上げを推進し浸水深よりも上に居住エリアを確保し、排水ポンプ車を準備して浸水を早期に排出する。

（３）解決策実行後に新たに生じうるリスクと対応策

ハード対策の進行に伴い従前の避難所や避難経路の危険性が高まるリスクがある。その対応策は、ハード対策の進行に伴いソフト対策を見直す仕組みをつくる。

（４）業務として遂行する際に必要な要件・留意点

技術者としての倫理：公共の安全確保

例えば、限られた予算の中で防災インフラを整備するにはインフラの性能よりも予算を優先してデータ改ざんを行う恐れがある。これには、運営組織のコンプライアンス体制の構築、組織構成員への倫理教育徹底、データ改ざん防止システムを導入してインフラの性能を確保する。これを公共の安全確保として最優先する。

社会の持続性の観点：環境の保全

例えば、防災インフラ整備は計画段階からＬＣＡを検討して長寿命化を図りＣＯ２排出量を抑制しカーボンニュートラルに寄与する。また、まちづくり事業の際は、防災能力・利便性・環境対策が充実したスマートシティを推進し公園緑地や並木道等の緑の空間を創出するグリーンインフラを推進し環境保全に寄与する。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和　年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－　2

技術部門	建設部門
選択科目	都市及び地方計画
専門とする事項	都市計画

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。なお，英字・数字は１マスに２文字を目安とする。

１．風水害の被害にかかる防止・軽減対策の課題

１．１ 都市型水害の被害の観点

気候変動で風水害が頻発化・激甚化する中、限りある予算や超過外力への構造限界があり、堤防等治水ハード施設のみでは安全を確保できない。このため、ハード・ソフトベストミックスが必要である。コンパクトシティ連携の防災・減災を推進する。

１．２ 土砂災害の被害の観点

中山間地域等では、農林産業の衰退や過疎化等に伴い里地里山が荒廃すると、森林等の保水機能が低下し、土砂災害や風倒木災害が甚大化していく。このため、暮らしと農林業の維持により、荒廃する里地里山の再生が必要である。砂防や道路等の整備では、大区画化・汎用化と六次化を含む農村整備、混交林化・長伐期施業への転換、スマート林業化等に配慮して進める。

１．３ インフラ施設の被害の観点

インフラ施設が被災した場合、国民生活や経済活動への影響が大きい。道路・交通施設は通行不能になると、避難や移動・輸送の遮断や迂回路を強いる。また、電力施設はブラックアウトなど大規模停電が生じるリスクがある。このため、冗長性が高く被災後も早期復旧が可能な災害に強いインフラ施設が必要である。道路は耐災害性や代替輸送・路線など冗長性を強化する。電力施設は、都市コンパクト化で再生可能エネルギー電力源を多数確保し、スマートグリッドで需要側と最

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。なお，英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

適接続して仮想発電所を形成し、独立分散型電源を確保して冗長性を高めて停電を防止・抑制する。

2．最重要課題と解決策

1．1は、被災エリアが広範囲で人的・経済的な被害が甚大となるため最重要である。以下解決策を述べる。

2．1 コンパクトシティと連携した防災・減災

（1）コンパクトシティによる居住誘導・集約

コンパクトシティにより、守るべきエリアを集約するとともに、高密度な生活のもと、避難場所への道程を短くし避難も迅速にできるようにする。

（2）災害リスクが低い地域への立地誘導

災害リスクが高いエリアを含めると被災リスクが低減しないため、災害ハザードエリアを指定し、災害リスクが低い地域へ立地誘導する。災害レッドゾーンは、立地適正化計画の居住誘導区域から原則除外とし、開発の原則禁止、開発等に対する勧告や公表、移転の促進を図る。イエローゾーンは開発許可を厳格化する。

2．2 災害時要援護者の避難・居住誘導対策

（1）避難誘導対策

高齢者等災害時要援護者は、自足歩行など自助は難しいため、共助と公助で避難誘導を行う。共助は地域で自主防災組織を編成し、早期避難体制をつくる。公助は行政で各地域の自主防災組織を束ねて、講習や情報交換、訓練の場などを提供して組織維持を支援する。

（2）高齢者マンションや複合施設への居住誘導

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。なお，英字・数字は１マスに２文字を目安とする。

一人暮らし高齢者世帯や高齢者のみ世帯といった要援護者には、最初から避難を必要としない高齢者マンションや医療介護・居住の複合施設に居住誘導する。

3．解決策に共通した新たなリスクと対策

3．1 防災情報高度化・避難誘導の最適化

様々な分野の各データが分野限定で横断的に活用できないと、災害リスクに適合しない災害エリア指定や施設配置となったり、空振りが多くてピンポイントにもならない避難誘導情報になるリスクがある。

対策は、IoT、AI等の新技術とビッグデータを活用して、データプラットホームを構築し、スマートシティを実現させる。例えば、医療・介護施設等について、インフラデータプラットフォームに人や車の流れ、気象災害情報等の情報を重ねてAI等でビッグデータ解析（国土交通データプラットフォーム）し、最適な施設の規模・配置、避難ルート選定等を計画する。

4．業務遂行上の必要要件（技術者倫理、社会持続性）

・技術者の倫理は、防災インフラの河川堤防等が膨大にあり予算制限や工期厳守等があっても、公衆の安全を第一とする。リスクアセスメント等で優先順位を決めつつ、住民の意見を防災計画に反映させる等、安全に対する信頼が得られるようにする。

・社会の持続可能性は、環境負荷を最小化する必要がある。防潮林などのグリーンインフラを積極的に活用する等、景観や生物多様性に配慮して計画する。以上

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。　24字×25字

R3年度　Ⅰ-2　災害対策

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	1 枚目　　枚中

技術部門	建設　　部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋　　科目
専門とする事項	治水計画

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1．風水害被害の新たな取り組みを加えた防災の課題

（1）風水害被害による人的被害の防止

課題は、異常気象による洪水や土砂災害の発生に伴う、逃げ遅れ防止の観点からの人的被害の防止である。

理由は、近年我が国では、気候変動による異常気象により、台風の巨大化、豪雨の発生が頻発している。その中で、令和元年東日本台風では、利根川上流ダム群が整備効果を発揮する等、治水対策の効果が確認されている。一方、依然、洪水や土砂災害等により、逃げ遅れによる人的被害が発生しているからである

（2）老朽化施設の適切な維持管理による機能発揮

課題は、老朽化した水門や排水機場等の河川管理施設の適切な維持管理の観点からの洪水等の災害の防止である。理由は、我が国の社会資本は、高度経済成長期に建設されたものが多く、水門等の河川管理施設が、２０３３年には約６割が建設後５０年以上経過し、老朽化する。老朽インフラを適切に維持管理できないと災害発生時に本来の機能を発揮できないからである。

（3）被害対象を減少させるための対策の実施

課題は、氾濫時を想定し、被害を回避する観点からのまちづくりや住まい方の工夫等により、被害対象を減少させるための取り組みの実施である。理由は、我が国では、洪水に対する災害危険区域の指定や、建築規制の取り組み事例が少なく、二線堤、輪中堤等、氾濫水の制御等の取り組み事例が少ないからである

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

R3 年度　Ⅰ-2　災害対策

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	2 枚目　　枚中

技術部門	建設　　部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋　　科目
専門とする事項	治水計画

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

2．最も重要と考える課題と解決策

（1）最も重要と考える課題とその理由

私は、人命を守ることを最優先と考え、「風水害被害による人的被害の防止」が最も重要と考える。以下に解決策を示す

（2）危機管理ハード対策（解決策1）

解決策は、住民が避難するためのリードタイムを確保する危機管理ハード対策の実施である。**具体的には**、①堤防の天端にアスファルトを施工し、雨水等の堤防への浸透を防止する。併せて、越流時に堤防の法肩部の崩壊を遅らせる。②堤防法尻部にブロック等を施工し、越流時の深掘れを防止し、堤防の決壊を遅らせる。**結果**、住民が避難するためのリードタイムの確保が出来、人的被害の防止が可能となる。

（3）マイタイムライン等による避難（解決策2）

解決策は、一人一人の事前防災行動計画である「マイタイムライン」等による避難の実施である。**具体的には**、大規模災害時には行政による「公助」は困難である。このため住民は、自らの命は自らが守る、「自助」という意識を持つ必要がある。そのうえで、自治会単位や住民一人一人が的確なタイミングで避難を実施するため、「コミュニティタイムライン」や「マイタイムライン」を作成する。併せて、避難訓練や机上訓練等を実施する。**結果**、マイタイムライン等により、円滑な避難が実施でき、人的被害の防止が可能となる。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

R3年度　Ⅰ-2　災害対策

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	3 枚目　　枚中

技術部門	建設　　部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋　　科目
専門とする事項	治水計画

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

3．解決策に共通したリスクと対応策

（3）二次被害の発生（リスク）

リスクは、住民が避難中に洪水や土砂災害により被災する、二次災害の発生である。**理由は**、近年の災害では、住民が避難行動中に、①洪水に流される、②土砂災害などに巻き込まれる等の二次災害で被災するケースが見られるからである。

（2）避難確保ハード対策の実施（解決策）

対策は、二次災害防止のための避難確保ハード対策の実施である。**具体的には**、代替のない避難路や避難場所の災害を防止するために、①砂防堰堤の建設、②強靭ワイヤーネットによる法面の保護を実施する。

4．業務遂行にあたり必要な要件

（1）技術者倫理の観点

私は技術者倫理の観点から、公衆の安全が最も重要であると考える。そのためにも、「人的被害ゼロ」を最優先に考え、ハード・ソフト対策による多重防御を実施し、逃げ遅れ防止対策の充実を図る。

（2）持続可能性の観点

私は持続可能性の観点から、環境の保全が重要であると考える。理由は、自然環境は一度破壊されると回復までに時間を要する。ハード整備に際しては、①3Rに配慮した材料の選定、②グリーン調達品の採用を実施し、環境に配慮する。結果、SDGS開発目標11の「住み続けられるまちづくり」に貢献可能となる。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

1．多面的な観点からの課題

（1）既存の施設能力を上回る規模の災害への対応

近年、従来の想定を上回る規模の風水害が毎年のように発生している。また、気候変動の影響により、今後更に頻発・激甚化していく恐れがある。

これらの災害を既存のインフラ施設のみで防ぐことは困難であり、ハード・ソフトの両面から防災・減災力を向上していく必要がある。

（2）防災・減災対策を担う人材不足の対応

建設産業は他産業と比較して担い手の高齢化が進んでおり、また新規入職者不足といった問題も抱えている。よって、今後労働力不足により防災・減災対策の推進に支障をきたす恐れがある。

そこで、働き方改革や処遇改善を通じ、幅広い担い手の確保を図る必要がある。また、ＩＣＴの活用や業務効率化により、労働力不足に代わる生産性向上を図る必要がある。

（3）施設の老朽化への対応

我が国においては、まもなく建設後５０年を迎えるインフラ施設が多数存在する。施設が老朽化すると、所定の機能を発揮せず、自然災害発生時に被害が拡大する恐れがある。

そこで、本格的に予防保全型維持管理への転換を図り、メンテナンスサイクルを適切に回すことで施設の長寿命化を図る必要がある。また、既に著しく老朽化

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，1 マスにつき 1 文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

施設に対しては、施設の利用状況や想定される被害規模に応じて優先順位付けを行った上で、早急に機能回復を図る必要がある。

２．最も重要と考える課題と複数の解決策

（１）最も重要と考える課題

１－１　既存の施設能力を上回る規模の災害への対応が最重要課題と考える。

理由は、頻発・激甚化する自然災害に対し、早期に防災・減災力向上を図らなければ、甚大な人的・経済的被害が発生する恐れがあるためである。

（２）複数の解決策

①　流域治水の推進

流域全体において治水対策を実施する。具体的には、河床掘削や堤防整備により河道の流下能力を向上・維持する。また、堤防に関しては、裏法尻部の洗堀対策や、法面の吸出し防止により、万一越流が発生した場合の決壊を防ぎ、浸水量が増大しないようにする。また、遊水地や貯留浸透施設の整備、既存のダムや農業水利施設の改良・活用により、雨水の貯留機能を総合的に拡大する。

②　災害リスクの高いエリアからの移転の促進

災害リスクの高い地域にできるだけ人々が住まないまちづくりを進める。具体的には、土地利用規制による新規立地を抑制する。また、市町村が行う移転先の住宅団地整備等に対する国の補助や、個人の移転に対

○解答欄の記入は，1 マスにつき 1 文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

する市町村の手続代行等により、円滑な移転を図る。

③ 減災・早期復旧のためのソフト対策

地域が被災した場合に、可能な限り減災・早期復旧を図るためのソフト対策を充実させる。具体的には、ハザードマップの認知度向上を図るとともに、ハード対策の実施状況に応じて適宜見直しを実施する。また、マイタイムラインの普及や、災害情報のわかりやすさ向上により、住民が主体的な避難行動を取れる環境を整備する。企業や団体においては、ＢＣＰを策定して早期復旧や緊急輸送の確保に活用し、被害の最小化を図る。

３．新たに生じうるリスクとその対応策

（１）新たなリスク

ハードとソフト両面からの防災・減災対策を実施していくためには、費用の確保が必要であるが、予算の不足により一度に全ての対策を実施することが困難となる恐れがある。

（２）対応策

災害の発生確率や被害規模を基にリスク評価を行い、対策の優先順位を付けた上で、順次実施していく。

４．業務の遂行に必要となる要件

公衆の安全・安心の確保が最大の目的であることに留意する。また、各取り組みの見える化や見せる化により住民への情報開示に努める。さらに、事業の実施に際しては、生物多様性の保全に努める。

以上。

技術士第二次試験　解答事例

受験番号		技術部門	建設　**部門**
問題番号	Ⅰ－2	選択科目	電力土木　**科目**
答案使用枚数	**枚目　　枚中**	専門とする事項	電源開発計画

○受験番号，問題番号，答案使用枚数，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1．風水害の防止・軽減するための課題

（1）広域なハード対策とソフト対策の併用

近年，災害により多くの防災インフラが被災し，逃げ遅れによる人的被害が多く発生している。想定外外力にはハード対策のみでは対応できない。また，一部の地域のみの対策では対応できず，流域全体の広域な範囲での対策が不可欠である。このため，ひとりでも多くの人命の守る観点から，広域なハード対策とソフト対策の併用が課題である。

（2）都市構造の再編

高度成長期以降，人口増加に合わせて，郊外部に住居や商業施設が立地され，都市が拡散している。ハザードエリア内人口は約7割であり，災害により被災する懸念がある。このため，行政機関や住居等について，高台等の安全なエリアで移転させることが不可欠である。このため，安心・安全な生活確保の観点から，都市構造の再編が課題である。

（3）予防保全型維持管理への転換

インフラの老朽化により機能低下が顕在化している。従来の事後保全型維持管理では，機能低下が著しく，災害により防災インフラが損傷し，地域住民に甚大な被害を及ぼすほか，最大復旧の遅れ，社会経済が衰退する懸念がある。このため，インフラの防災機能維持の観点から，インフラの事後保全型から予防保全型維持管理への転換が課題である。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験　解答事例

受験番号		技術部門	建設　**部門**
問題番号	Ⅰ－2	選択科目	電力土木　**科目**
答案使用枚数	**枚目　　枚中**	専門とする事項	電源開発計画

○受験番号，問題番号，答案使用枚数，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

2．最も重要な課題と解決策

甚大化・頻発化する災害に対して，ひとりでも多くの人命を守ることが不可欠である。このため，広域なハード対策とソフト対策の併用を重要課題とした。

（1）既設インフラの有効活用

防災インフラの構築には膨大な時間と費用を要する。このため，既設インフラを活用して防災機能の向上を図る。例えば，異常出水には，ダム嵩上げや利水容量を活用し，事前放流により洪水調節機能の強化を図る。また，高潮・波浪に対しては，防波堤や防潮堤のほか，公園や道路の減衰効果を活用して多重防御を図る。

（2）粘り強い構造の防災施設整備

防災施設は想定外外力により倒壊して被害が甚大となる懸念がある。このため，全壊に至る時間を延ばす粘り強い構造とし，住民が避難する時間を確保する。例えば，堤防では裏法尻強化や堤防天端保護，防波堤では基礎マウンドの嵩上げ，マウンド保護等を講じる。

（3）有効なハザードマップの提供・普及

既存ハザードマップの認知度や理解度が低く，災害時に活かされていない。このため，地方自治体と住民が連携し，地域毎にマイ・ハザードマップを作成し理解度の向上を図る。またスマートフォンへSNS等を利用し，住民のほか，観光客等へ広く提供する。

（4）マイ・タイムラインの普及

避難情報が発表されても，適切に避難が行われない。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験　解答事例

受験番号		技術部門	建設　**部門**
問題番号	Ⅰ－2	選択科目	電力土木　**科目**
答案使用枚数	**枚目　　枚中**	専門とする事項	電源開発計画

○受験番号，問題番号，答案使用枚数，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

このため，住民自身がとるべき避難行動を時系列に整理したマイ・タイムラインを作成する。これにより，災害発生時に活用し，「逃げ遅れゼロ」に寄与できる。

3．解決策に共通したリスクと対策

（1）避難所の感染症拡大

避難者に事前に決められた避難所に入ってもらうことは難しく，許容を超える避難者を受け入れた場合，感染症などが拡大するリスクがある。リスク対策は，アプリやSNSを通じたリアルタイムな情報発信を行い，避難者人数の偏りの軽減を図る。

（2）情報過多による避難行動の妨げ

行政は多くの情報を発信し，避難に資する取組を行っているが，逆に情報過多になり，住民が適切に判断できないリスクがある。リスク対策は，住民目線の情報発信を行う。例えは，webカメラによる河川の上昇水位や災害状況を可視化し，避難レベルを分かりやすく伝える工夫を行う。

4．業務遂行に必要となる要件

4.1 倫理の観点：防災・減災対策は，地域住民の理解が不可欠である。平時より住民説明会を行い，理解促進を図る。技術者は公衆の安全確保が要件となる。

4.2 社会の持続可能性の観点：今後，少子高齢化，人口減少が進行する。担い手不足や財政圧迫の中で，着実な防災・減災対策を実行するに留意する。このため，コンパクトシティの形成が要件となる。

以上

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号								
問題番号	Ⅰ－２							

技術部門	建設部門
選択科目	道路
専門とする事項	道路設計

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（	１	）	３	つ	の	課	題															
①	事	前	防	災	の	推	進															
	従	来	は	、	主	に	河	川	管	理	者	や	内	水	管	理	者	が	浸	水	対	策	を
担	っ	て	き	た	が	、	対	応	し	き	れ	な	い	状	況	で	あ	る	。				
こ	の	た	め	、	流	域	内	の	あ	ら	ゆ	る	関	係	者	が	協	働	し	て	、	浸	水
対	策	に	あ	た	る	流	域	治	水	を	、	積	極	的	に	展	開	し	て	い	く	こ	と
が	喫	緊	の	課	題	と	な	っ	て	い	る	。											
②	災	害	発	生	時	に	お	け	る	減	災	対	策	の	充	実							
	近	年	、	従	来	の	計	画	規	模	を	超	え	る	洪	水	が	頻	発	し	て	い	る
状	況	を	認	識	し	、	何	と	し	て	も	人	的	被	害	の	発	生	を	回	避	す	る
減	災	対	策	の	充	実	が	課	題	と	な	っ	て	い	る	。							
具	体	的	に	は	、	水	位	計	や	監	視	カ	メ	ラ	の	ほ	か	、	洪	水	浸	水	想
定	区	域	図	や	防	災	タ	イ	ム	ラ	イ	ン	な	ど	防	災	情	報	の	充	実	が	必
要	で	あ	る	。	さ	ら	に	、	防	災	管	理	者	で	あ	る	首	長	と	の	ホ	ッ	ト
ラ	イ	ン	を	構	築	す	る	等	、	多	様	な	機	関	が	連	携	し	た	減	災	対	策
の	充	実	を	図	る	必	要	が	あ	る	。												
③	早	期	の	復	旧	復	興																
近	年	、	製	造	業	等	の	サ	プ	ラ	イ	チ	ェ	ー	ン	進	展	で	、	部	品	製	造
工	場	が	被	災	す	る	こ	と	で	、	そ	の	部	品	を	使	う	製	品	関	係	す	べ
て	の	工	場	が	操	業	を	停	止	す	る	事	態	が	発	生	し	て	い	る	。		
こ	の	た	め	、	被	害	を	受	け	止	め	る	リ	ダ	ン	ダ	ン	シ	ー	確	保	や	、
物	流	へ	の	影	響	を	最	小	限	に	す	る	工	夫	が	必	要	で	あ	る	。		
具	体	的	に	は	、	サ	プ	ラ	イ	チ	ェ	ー	ン	毎	に	技	術	支	援	す	る	な	ど
し	て	ＢＣＰ	の	策	定	を	促	す	ほ	か	、	交	通	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	複	線	化	
等	の	復	旧	・	復	興	体	制	確	立	が	課	題	で	あ	る	。						

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験模擬答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（２）最も重要な課題とその解決策

国民の命と暮らし、経済活動を守る基本で、全てに関係する①の事前防災を最重要課題と判断する。

①選択と集中による防災インフラ整備

我が国は、少子高齢化の進展で福祉関係予算が増大し、防災インフラ整備予算が容易に確保できない。

このため、選択と集中により防災インフラの効率的・効果的な整備が必要である。具体的には、背後の人口や資産の状況等から、整備の優先順位を決め、インフラ整備を集中実施し、早期の防災効果発現を図る。

②流域治水の推進

従来の、河川管理者等の官側のみが実施する対策だけでは激甚化する風水害に対応しきれない。

このため、基幹となる河川・ダムの整備、内水対策等に加え、流域のあらゆる関係者による「流域治水」の展開・推進が必要。具体的には、インフラ整備、土地利用規制による浸水頻発地域への居住制限、間伐等による保水力向上等、地域に応じた対策を推進すべき。

③粘り強い構造への転換

想定以上の豪雨により、堤防からの越水等により破堤が発生し、人的を含む大きな被害が頻発している。

このため、越水が発生しても直ちに破堤に直結せず、住民避難の時間が確保できるような、防災インフラの粘り強い構造への転換が必要である。具体的には、堤防の裏法面や基部のブロック被覆、堤防天端舗装など、

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験模擬答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

施設の実情に応じ必要な対策を実施するべきである。
(３)解決策に共通する新たなリスクとその対策
①予算の不足
整備すべきインフラは膨大で、従来の予算規模では地域のニーズに応えられないため、５か年加速化対策など、別枠予算を確保し、着実な執行が必要。
②マンパワー不足
防災減災対策を推進する国や地方公共団体では、技術者の減少が続き、施策の推進が困難なため、マニュアル作成や国都道府県による技術支援が必要。
③法的根拠
土地利用規制は私権制限が生じるが、根拠は地域の条例等に頼っているのが実情。このため、特定都市河川浸水被害対策法を改正し法的根拠を整備するべき。
(４)業務遂行に必要な要件
①公共の安全の確保
防災対策推進にあたり、予算や工期等様々な制約を想定。このため、氾濫想定図用のデータの取り扱いや、防災施設整備における作業員の安全確保等、公共の安全の確保に十分留意する必要がある。
②環境の保全（社会の持続性の観点から）
防災施設等が整備されても、社会環境に悪影響が及ぶと、如何なる策も持続出来ない。このため、施工時のCo２の排出削減や、騒音・振動の最小化など、環境の保全に留意する必要がある。

＝以上＝

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－2

技術部門	建設
選択科目	鉄道
専門とする事項	

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（１）課題

①国土強靭化の観点

日本の国土は、ゼロメートル地帯等の災害のリスクの高い地域に人口や機能が集中しており、災害に対して極めて脆弱な国土条件にある。加えて、近年の災害の激甚化・頻発化により、現行施設能力を上回る災害が増加している。

そのため、国土強靭化の観点から、いかに想定を上回る災害に対応するかが課題である。

②品質面の観点

日本の社会資本ストックは、高度経済成長期に集中的に整備されたもので、今後建設後５０年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる。その中で、激甚化・頻発化する災害リスクが高まっており、老朽化した社会資本ストックによる防災・減災対策の支障が懸念されている。

そのため、品質面の観点から、老朽化した構造物をいかに安全に長く供用し続けるかが課題である。

③人材不足の観点

少子高齢化や若い世代の建設離れにより、建設業の中長期的な労働人口不足が問題となっている。

そのため、人材不足の観点から、いかに効率的にメンテナンスするかが課題である。

（２）最重要課題と課題に対する解決策

上述した課題の中で、高まる災害リスクに対する脆

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

弱性の克服は待ったなしの課題であるため、「いかに想定を上回る災害に対応するか」を最も重要な課題として挙げ、以下に解決策を示す。

①流域治水の推進

治水計画を気候変動による降雨量の増加等を考慮したものに見直し、集水域・河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、河川の流域のあらゆる関係者が共同して流域全体で治水対策を行う。具体的には、雨水貯留施設の整備や治水ダムの建設、河床掘削、土地利用規制や移転促進等が挙げられる。

②モニタリングシステムの活用

橋りょうにセンサーを設置し、橋脚基礎の洗堀や橋脚の傾斜角等の状態を定量的かつ継続的に把握する。洪水時等における洗堀の早期発見が可能になるとともに、検査員による現地での診断が不要となり、省人化に繋がる。また、収集したデータをＡＩにより損傷区分のスクリーニングを行うことで、効率的な維持管理に寄与できる。

③事前防災・減災対策の推進

気候変動による降雨量の増加等のリスクを想定し、補強工等の追加の検討を行う。具体的には、捨石やブロックを用いた洗堀防止工や矢板による橋脚の根入れ深さの増強等が挙げられる。現行施設能力を上回る災害が増加する中、災害を完全に防ぐことは困難であるため、補強工等による粘り強い構造とすることで、避

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

難のための時間の確保にも繋がる。

（３）新たに生じうるリスクとその対応策

人口減少や少子高齢化等により、地域コミュニティが衰退する傾向にある。そのため、地域防災力の低下や防災情報等の遅れがリスクとして挙げられる。

リスクへの対応策として、ハード設備の整備だけでは被害を防ぐには限界があるため、ソフト整備を組み合わせた多重防災型まちづくりを推進する。具体的には、ハザードマップの周知徹底や避難訓練を通した避難経路・場所の確認、プッシュ型の情報提供等により、地域防災力の向上を図る。また、観測体制強化等による線状降水帯の予測精度向上や衛星・ドローン等を活用したリアルタイムでの危険度の伝達等、地域住民の迅速な避難等の被害の軽減のため、災害関連情報の予測、収集・集積、伝達の高度化を図る。

（４）業務を遂行するにあたっての要件・留意点

①技術者としての倫理の観点

技術者は地域の安心・安全の担い手として重要な役割を担っている。予算や工期等の制約のある中でも、公共の安全を最優先に業務を遂行する必要がある。

②社会の持続性の観点

地域の中長期的な環境変化を十分情報収集し、人口減少下でもコミュニティが維持できるよう、関係機関や住民と連携して取り組むことが必要である。

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－2

技術部門	建設
選択科目	施工計画、施工設備及び積算
専門とする事項	施工計画

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（１）－１．ハード整備とソフト対策による災害防止対策

近年の災害は東日本大震災のように、激甚化・集中化・局所化している。このような災害に対して、防災施設を整備するには、規模的、財政的にも困難である。よって、効率的な防災整備の観点から、ハードとソフト対策により、少なくとも命を守ることが課題である。

（１）－２．災害発生後における速やかな復旧

災害発生後の速やかな復旧は、災害の被害の持続拡大を防ぐために重要と考える。そのためには、緊急輸送道路を含めたサプライチェーンの確保、避難路の冗長性の確保が必要である。しかし、ミッシングリンクは解消しておらず、緊急輸送道路の多重性や耐震補強などを行う必要がある。よって、災害後の被害拡大防止の観点より、災害後の速やかな復旧が課題である。

（１）－３．防災意識の向上

近年の災害発生時に被害が拡大しているのは地区防災の脆弱性によるものと考える。また、災害時に避難が遅れるのは、地域住民は長らく正常性の思い込みによるものと、平成３０年７月豪雨から判断できる。よって、人命確保の観点から、防災意識の向上が課題である。

（２）最も重要と考える課題

ハード対策とソフト対策により、災害時の早期復旧が可能になり、ソフト対策により防災意識が向上し、少なくとも命を守ることができるため最も重要と考え、

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

以下に対策を述べる。

①避難時間を稼ぐ粘り強い構造への改修

課題を分析すると、災害発生時の住民の避難時間がたりないと考える。これを解決するため、災害の激甚化による河川の超水した時のハード対策として、堤防天端のアスファルト舗装、堤防裏法尻の補強を行う。これにより、住民の避難時間を稼ぐ効果がある。

②地区防災計画と連携した防災施設の整備

課題を分析すると、激甚化した土砂災害により、避難路がふさがれ、地区防災計画が有効に機能していないと考える。これを解決するため、住民の避難路の補強や雨水排水路を整備する。これにより、地区防災計画が有効に活用できる。

③ＩＣＴを活用したソフト対策

課題を分析すると、激甚化した災害の流量等の被害状況が把握できていないと考える。これを解決するため、河川に簡易水位計やウェブカメラを設置し、情報をリアルタイムで発しんする新技術を導入する。さらに、Ｘ－ＲＡＩＮやスマホなどを活用した「プッシュ型」，ＴＶ・ラジオ・ＣＡＴＶ等の「ブロードキャスト型」、河川のＷｅｂｓａｉｔｅ、ＳＮＳの「プル型」などメディアと連携した情報発しんをする。これにより、災害情報がリアルタイムで把握でき、有効な避難が実施できる。

（３）新たに生じうるリスクと対策

①避難途中での二次災害

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

近年の1時間あたり50mmを超える雨の量は10年間で1.4倍となっている。また、災害発生時の避難時に、濁水で流されたり、パイピング現象による土石流にのみこまれたり、二次災害が発生するリスクがある。

対策として、避難路のハザードマップの危険のポイントをリスクアセスメントで評価し、ハザードマップに危険ポイントを示し、避難訓練中に確認する。

②災害発生後の復旧・復興部隊の不足

建設業は、今後10年間に高齢化により、110万人が退職することや、少子高齢化により人材が不足しており、災害発生後の復旧・復興部墜が不足するリスクがある。対策として、復旧班の人数等各班の人数をリスト化し、少ない班を把あくしておく。また、普段から他県との合同避難訓練を行うことで、災害時に応援しやすくなる。

（4）技術者としての倫理、社会の持続性の観点

技術者としての倫理：公衆の安全・健康・福利を最優先する。具体的には、予算の制限や工期遵守などがある中、公共の安全を優先する。留意点として、防災ハザード整備の際にコストダウンを優先して不安全なものを作らない。さらに、反倫理的行為をしない。

社会の持続性の観点：地球環境の保全を最優先する。具体的には、留意点として、防災インフラの整備において環境や生態系への配慮を忘れない、グリーンインフラの活用や環境負荷を最小限におさえる。

以上

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験 APEC-semi 再現答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅰ－2

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境
専門とする事項	建設事業における自然環境保全

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

1．風水害被害防止又は軽減のための課題

（1）ソフト対策の強化（技術・ソフト面の観点）

ソフト対策として従来からハザードマップや防災計画が策定されているが、最新の土地利用状況やシミュレーションを踏まえて情報を更新する必要がある。

（2）粘り強い破壊の構造（技術・ハード面の観点）

構造物設計における風水害の想定数値を超えた場合に、避難時間を確保する必要がある。そのため、施設が破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長くするとともに全壊に至る可能性が低い構造とする必要がある。

（3）危険地域及び居住不可地域の指定（制度面の観点）

海岸や河川近くの低地など風水害被害リスクが高い場所には可能な限り居住しないようにする必要がある。そのため、地方自治体が危険地域及び居住不可地域等を指定できるような制度を設ける必要がある。

2．最も重要と考える課題と解決策

最も重要と考える課題は「（1）ソフト対策の強化」である。その理由は、他の課題と比較して費用対効果が最も大きく、短期間での実施が可能と考えられるためである。この課題の解決策を以下に述べる。

（1）ハザードマップの更新、周知

都道府県や地方自治体では、既にハザードマップを作成し公表している。しかし、作成からかなりの年数が経過している場合、土地利用状況や地形の変化、住民の居住状況の変化が考えられる。また、近年は風水

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

害のシミュレーション技術が向上し、影響予測の精度も格段に向上していることから、ハザードマップを更新する。また、更新したハザードマップの周知も必要である。住民の各世代に対して有効な媒体やメディアを活用して周知を図る。例えば、高齢者層には新聞広告や市町村便り、中年～若年層にはテレビ・ラジオ・SNS等を活用する。

（２）地域社会のつながり強化

風水害の発生時または発生が予測される場合に、高齢者や身体障害者などの災害弱者は避難の遅れや避難行動ができないおそれがある。そのため、平常時から地域社会のつながりを強化する。具体的には、地域の自治体等による高齢者、障害者と地域住民をつなげる機会の創出（季節行事やボランティア活動、集会の実施等）や、各地域が抱える課題を解決する専門人材の育成、確保が挙げられる。

（３）避難訓練、シミュレーション

風水害の発生時や避難指示が出された場合に備えて、各地域の自治体や企業等で避難訓練や災害発生を想定したシミュレーションを行う。より具体的な災害発生想定の下で避難訓練やシミュレーションを実施することで、避難行動の改善点や不足物資等を把握し、人的被害の低減につながる。

3．新たに生じるリスクと対応策

（１）リスク

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

近年の災害激甚化により、従来想定されていない地域での風水害発生や構造物の倒壊・完全流出などの被害が生じるおそれがある。

（２）対応策

従来想定されていない規模の風水害についても対策を行う。具体的には、「風速５０ｍ以上の超大型台風の本州直撃」などのケースを想定したシミュレーションを実施し、被害の規模等を予測する。その予測を踏まえて、現状の防災計画や防災設備等について改善策を検討する。

4．技術者倫理、社会持続性の観点から必要な要件・留意点

（１）必要な要件

業務を遂行するにあたっては、「公共の安全」と「環境の保全」を最優先する。

（２）留意点

業務の各段階で上記の「公共の安全」と「環境の保全」の最優先および「ＳＤＧｓへの貢献」にも留意し業務を遂行する。

以上

問題Ⅱ-1（選択科目）

問題文

令和３年度技術士第二次試験問題〔建設部門〕

９－９ トンネル【選択科目Ⅱ】

Ⅱ　次の２問題（Ⅱ－１，Ⅱ－２）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ－１　次の４設問（Ⅱ－１－１～Ⅱ－１－４）のうち１設問を選び解答せよ。（緑色の**答案用紙に解答設問番号**を明記し，答案用紙１枚にまとめよ。）

Ⅱ－１－１　山岳トンネルの設計を行う際に考慮すべき設計条件を２つ以上示したうえで，設計に適用される手法をその内容とともに２つ以上述べよ。

Ⅱ－１－２　ロックボルトの性能をその内容とともに示したうえで，その効果について，それが期待される地山条件を明示したうえで３つ以上述べよ。

Ⅱ－１－３　開削工法により地下構造物を築造する場合に用いる土留め壁のうち，遮水性に優れた土留め壁の構造を３つ以上挙げ，それぞれについて構造概要と特徴を述べよ。

Ⅱ－１－４　立坑からのシールドの発進について，仮壁を事前撤去する場合の発進防護工，発進坑口工，鏡切り工における留意点を４つ以上，及び仮壁を直接切削する場合の留意点を２つ以上述べよ。

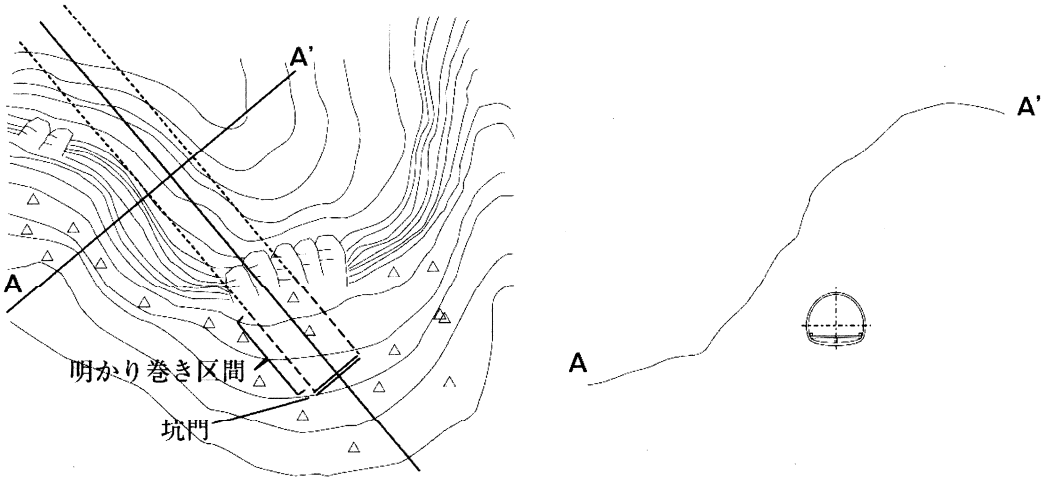
問題Ⅱ-2（選択科目）

問題文およびA評価答案例

Ⅱ－２　次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の**答案用紙に解答設問番号**を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１　山岳地の斜面における坑口部の設計・施工時には，事前に地山条件や立地条件等から多面的に課題を抽出して調査，設計を行い，その結果を十分に反映した施工上の対策を実施することが重要となる。

山岳工法による新設の２車線道路トンネルが以下の図－１のとおり計画されている。坑口部のトンネル掘削に関して，担当技術者の立場で以下の問いに答えよ。なお，坑口部周辺の地形地質及びトンネルの諸条件は図－１の下に示すとおりである。



(a) 平面図　　(b) Ａ－Ａ’断面図

注：等高線間隔は２ｍ

図－１　坑口平面図及び横断面図

（条件）

・急崖を形成する岩盤斜面は，図－１に示すとおり，土被り２Ｄ（Ｄはトンネル掘削径）の範囲にあり，一部は事業用地外となっている。
・坑門工位置には崖錐が厚く堆積している。
・トンネル線形は図－１の位置で確定している。
・岩盤斜面と計画坑口の間は明かり巻き区間として計画されている。

（１）坑門から土被りで1．5～2．0Ｄとなる「坑口部」を供用後にも安定した状態で保つために，トンネル施工にあたって調査，検討すべき事項を３つ以上挙げて内容を説明し，それらへの対応を述べよ。

（2）業務を進める手順を列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。

（3）業務を効率的，効果的に進めるための内外の関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－2－2　都市部におけるトンネルの施工では，近接する既設構造物や埋設物への影響，沈下などの地盤変状の最小化を図る必要があり，工事影響範囲の地盤挙動を把握するための計測管理や施工条件の検討が重要となる。このような背景を踏まえて，開削工法，シールド工法のどちらかを冒頭に明記したうえで，この業務の担当技術者として下記の内容について記述せよ。

（1）トンネルの施工において地盤の挙動を把握するための計測対象を４つ以上挙げ，それぞれの計測対象物に対する作用や挙動の計測内容を説明せよ。

（2）前問（1）で解答した計測対象の中から１つ選び，計測管理の計画から実施までの業務手順を列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。

（3）計測管理に関する業務を手順に基づいて効率的，効果的に進めるための内外の関係者との調整方策について述べよ。

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－２－１
答案使用枚数	枚目　　枚中

技術部門	部門
選択科目	科目
専門とする事項	

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

（１）調査、検討すべき事項

１）崖錐部の調査

地質調査

①崖錐部の分布範囲、地質調査

②検討事項

地すべりを起こさないよう調査内容を設計に反映

２）土被り１．５～２．０の区間の調査

①地質調査

②検討事項

グランドアーチ効果を確認し、補助工法の採用を検討

３）A－A’区間

①地質

②検討事項

４）偏土圧による影響

崖錐の地すべり

地質調査

地すべりを発生した場合にも周辺環境に対策が可能となる設計

（２）業務をすすめる手順

①調査　記載の通り

②分析　設計に反映できる分析

③設計　過剰設計にならない

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	枚目　　枚中

技術部門	部門
選択科目	科目
専門とする事項	

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

④施工　設計の妥当性を確認しながら掘削していく

（３）内外関係者との調整方策

・施工者に作業上の留意点を周知しておく。

・発注者と施工に関する情報交換を密にしておく。

・地元住民との意見を交換し、近隣でトンネル掘削に起因する不具合等が無いか確認しておく。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

問題Ⅲ（選択科目）

問題文およびA評価答案例

令和３年度技術士第二次試験問題〔建設部門〕

９－９ トンネル【選択科目Ⅲ】

Ⅲ　次の２問題（Ⅲ－１，Ⅲ－２）のうち１問題を選び解答せよ。（赤色の**答案用紙に解答問題番号**を明記し，答案用紙３枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ－１　山岳部のトンネル建設時に遭遇する地山には，我が国特有の地形や地質により，多種多様なリスクが潜在している。したがって，調査・計画，設計，施工の各段階においては，安全性・公益性及び品質の確保等に十分配慮して業務を遂行することが重要となる。これらのことを考慮して以下の問いに答えよ。

（１）山岳部のトンネル建設時に遭遇する特殊地山を２つ挙げ，技術者としての立場から多面的な観点で課題をそれぞれ３つ抽出し，観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。

（２）前問（１）で挙げた特殊地山と抽出した課題のうち最も重要と考えるものを１つ選び，その課題に対する複数の解決策を示せ。

（３）前問（２）で示したすべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ－２　躯体や覆工が鉄筋コンクリートで築造される都市部のトンネルを長期にわたり供用するためには，計画，設計，施工の各段階においてトンネルの性能を低下させるリスクを抽出し，これらのリスクを低減するための方策について検討することが重要である。このような背景を踏まえて，開削工法，シールド工法のどちらかを冒頭に明記したうえで，以下の問いに答えよ。

（１）トンネルの要求性能のうち，使用性を保持するうえでの課題を，照査すべき事項に関して技術者の立場で多面的な観点から３つ以上抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。

（２）前問（１）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を１つ挙げ，計画から施工までの幾つかの段階における，その課題に対する複数の解決策を示せ。

（３）前問（２）で示したすべての解決策を実行して生じる波及効果と，それらの解決策を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。

令和３年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ－１

技術部門	建設
選択科目	
専門とする事項	

※

○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（１）トンネル建設時に遭遇する特殊地山及び課題

１）未固結地山

①切羽付近における安全性の確保

　切羽が自立しないため、切羽天端からの抜け落ちや掘削面からの肌落ちにより切羽前の作業員が被災する恐れがある。安全性の観点より、如何に切羽付近の作業員に対する安全性を確保するか課題となる。

②供用後の周辺環境対策

　地山強度が低い場合、供用後の風化浸食、地下水位等によりトンネル直上の地表面沈下を引き起こし、周辺地域に損害を与えることが懸念される。公益性の観点より、供用後も長期的に周辺環境へ影響させないことが課題である。

③支保工建込後における覆工厚の確保

　切羽安定対策等により支保構造を厚く施した結果、覆工厚が不足する事態が懸念される。品質確保の観点より、如何に所定の支保構造及び覆工厚を確保するかが課題となる。

２）膨張性地山

①内空変位に対する安全性の確保

　地山中の膨張性粘土鉱物が水と反応しトンネル内側への塑性地圧発生に至る。これにより内空変位が増大し、支保構造の変形損傷を誘発し、坑内作業の危険性が高まる。安全性の観点より、内空変位に対する安全性の確保が課題である。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

②供用後の構造安定性

長期に亘り塑性地圧が継続する場合、支保構造の降伏が生じ、覆工崩落等の危険性が高まる。公益性の観点より、供用後もトンネルの構造安定性を長期に亘り確保することが課題である。

③変位を考慮した支保構造

内空変位に対しては、一定の変位量を考慮した支保パターンで対応するが、想定以上の変位量が生じた場合に覆工厚が不足することが懸念される。品質確保の観点より、如何に変位量を抑えて覆工厚を確保するかが課題となる。

（２）最も重要と考える課題及び解決策

１）最も重要と考える課題

私が最も重要と考える課題は、未固結地山での切羽付近における安全性の確保である。なぜなら未固結地山に遭遇する頻度が高く、かつ切羽付近の安全性確保は作業員の生死に直結する最重要課題だからである。

２）解決策

①切羽天端の安定対策

切羽天端からの抜け落ちが懸念される場合、注入式フォアポーリングやＡＧＦなどの先受工を実施し、切羽前での作業員の安全性を確保する。

②切羽鏡面の安定対策

切羽鏡面からの肌落ちが懸念される場合、吹付コンクリートによる鏡吹付工を実施し、切羽面における作

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

令和３年度 技術士第二次試験 答案用紙

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

業員の安全性を確保する。鏡吹付工でも自立しない場合は、GFRPボルト等による鏡ボルト工を施し、切羽奥の地山を補強する。

③切羽脚部の安定対策

先受工等を含む荷重が支保工脚部に集中するため、上半盤施工基面の地質が脆弱な場合は支保工脚部の不等沈下が懸念される。設置面積の拡大により集中荷重を軽減するウィングリブ付き支保工の採用や脚部ボルト等の脚部補強工を実施し、支保工の沈下を抑制する。

（３）新たに生じ得るリスクと対応策

1）新たに生じ得るリスク

山岳トンネルは地中構造物のため、地山内の地質状況や地下水位の状況を詳細に把握することが困難である。また、トンネル坑内は暗く狭い環境のため、明かり部の工事と比較して厳しい施工環境となり、坑内作業時の安全性は依然厳しい状況である。

2）対応策

切羽前方探査の技術力向上を図るとともに、会社の垣根を超えた技術研究や熟練技術者との交流等によって技術力を向上させる必要がある。また、坑内作業の安全性を向上させるため、LED照明や施工基面のドライ化等の工夫により坑内環境を改善し、安全性を確保することも有効である。さらに、事業者が適切な必要の計上を行うことにより、新技術を普及させることも重要である。

（以上）

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士第二次試験　　答案用紙　　（公社）大阪技術振興協会

氏　　名		コース番号		技術部門	建設部門
問題番号	Ⅲ－１			選択科目	トンネル
答案使用枚数	枚目　　枚中			専門とする事項	維持管理

○氏名、セミナー受講番号、問題番号、答案使用枚数、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

（24字×25行＝600字）

１・課題

（１）膨張性地山

１）長期耐久性を考慮した設計・施工

膨張性地山では、地山の長期的な劣化により供用後に変状が発生する恐れがある。そのため、公益確保の観点から、長期耐久性を考慮した設計・施工が課題である。

２）地山の押出しに留意した設計・施工

膨張性地山では、掘削に伴う地山の押出しにより支保工や覆工に土圧が作用する恐れがある。そのため、品質確保の観点から、地山の押出しに留意した設計・施工が課題である。

３）切羽の安定に留意した設計・施工

膨張性地山では、切羽の自立性が悪く掘削時に切羽崩壊が生じて作業員に危険が及ぶ恐れがある。そのため、安全確保の観点から切羽の安定に留意した設計・施工の検討が課題である。

（２）断層破砕帯

１）水利用環境に留意した設計・施工

断層破砕帯で大量湧水が発生すると、渇水等の水利用環境に影響が及ぶ恐れがある。そのため、公益確保の観点から水利用環境に留意した設計・施工の検討が課題である。

２）突発湧水に留意した設計・施工

断層破砕帯が帯水層となり切羽が到達したと同時に

●裏面に記載された解答は無効とします。

（公社）大阪技術振興協会

技術士第二次試験　　答案用紙　　（公社）大阪技術振興協会

氏　　名		コース番号		技術部門	建設部門
問題番号	Ⅲ－１			選択科目	トンネル
答案使用枚数	枚目　　枚中			専門とする事項	維持管理

○氏名、セミナー受講番号、問題番号、答案使用枚数、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

（24字×25行＝600字）

突発湧水が発生し、施工機械が故障する恐れがある。
その為、品質確保の観点から突発湧水に留意した設計・施工が課題である。
３）切羽の安定に留意した設計・施工
断層破砕帯は細粒分を主体とした未固結な地質であることが多く切羽の自立性が悪いため、切羽崩壊が発生し作業員に危険が及ぶ恐れがある。そのため、安全確保の観点から切羽の安定に留意した設計・施工が課題である。
２．解決策
断層破砕帯は規模や分布、性状を把握することが困難で、切羽が崩壊すると人命に危険がおよび被害が甚大である。そのため、断層破砕帯の課題（３）が最重要である。
（１）調査段階
弾性波速度探査、ボーリングコアの確認より、断層破砕帯の規模や分布、性状を把握する。
（２）設計段階
切羽安定のための対策は、長尺フォアパイリングによる天端補強等の補助工法を検討する。掘削時の変位を抑制するため、一次インバートによる早期断面閉合を検討する。ただし、早期断面閉合は変位抑制効果が高い分、支保工に大きな荷重が作用する恐れがある。
そのため、上、下半支保工や一次インバートの支保工としての健全性を数値解析で確認することが重要であ

●裏面に記載された解答は無効とします。

（公社）大阪技術振興協会

技術士第二次試験　　答案用紙　　（公社）大阪技術振興協会

氏　　名		コース番号		技術部門	建設部門
問題番号	Ⅲ－１			選択科目	トンネル
答案使用枚数	枚目　　枚中			専門とする事項	維持管理

○氏名、セミナー受講番号、問題番号、答案使用枚数、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

（24字×25行＝600字）

る。また、支保工建込み後の変位収束傾向を数値解析で予測し、必要に応じて摩擦式ロックボルトや高強度支保工、繊維補強吹付等を検討する。

（３）施工段階

補助工法の注入材は、試験注入施工を行い改良体形状、注入状況、経済性等を比較検討して選定する。インバートの早期閉合は切羽近傍で施工することになり、作業員の安全性に留意する必要がある。そのため、上半切羽から１D確保した上で、天端補強に加えて鏡吹付や鏡ボルト等の鏡面補強を適用する。切羽の安定性を確認するには、変位計測が有効である。内空変位計測は縦断方向に１０m間隔で、地中変位計測は縦断方向に１０m間隔で底板から４５度の横断範囲に５m間隔で行う。また、施工にあたってはトンネル掘削による変位量や最終変位量の予測値から管理基準値を設定する。管理基準値は、超過後の具体的な対策を明確にし、安全管理体制を整備しておくことが重要である。

３．リスクと対応策

断層破砕帯の様な不良地山箇所は供用後に長期的な変状が発生するリスクがある。そのため、ＣＩＭを活用し調査、設計時の留意事項や施工時の地質情報、切羽観察・計測記録等を維持管理段階に着実に引き継ぐことが重要である。更に、不良地山箇所に関しては、点検の優先度を上げて適切に維持管理を行う旨を申し送ることが重要である。

以上

●裏面に記載された解答は無効とします。　　（公社）大阪技術振興協会

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ－１
答案使用枚数	枚目　　枚中

技術部門	建設　　部門
選択科目	トンネル
専門とする事項	トンネル工法その他トンネルに関する事項

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

（１）山岳部のトンネル建設時に遭遇する特殊地山

１）断層破砕帯

①調査段階時に、安全性を観点に、いかに断層破砕帯の地質分布位置や範囲を特定しておくか

②設計段階時に、品質向上を観点に、いかに段操作破砕帯の地質分布位置や範囲を特定しておくか

③調査、施工段階時に、公益性を目的に、いかに地下水位や湧水の分府を特定しておくか

２）膨張性地山

①調査段階時に、安全性を観点に、いかに膨張性地山の地質分布位置や範囲を特定しておくか

②設計段階時に、品質向上を観点に、いかに膨張性地山の地質分布位置や範囲を特定しておくか

③調査、施工段階時に、公益性を目的に、いかに膨張性地山対策をしておくか

（２）最も重要と考える課題

１）調査、施工段階時に、公益性を目的に、いかに膨張性地山対策をしておくか

２）解決策

①調査

文献調査、地質調査、ボーリング調査、湧水調査、地下水位調査

②止水注入

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号		技術部門	建設	部門
問題番号	Ⅲ－１	選択科目	トンネル	
答案使用枚数	枚目　　枚中	専門とする事項	トンネル工法その他トンネルに関する事項	

○受験番号，答案使用枚数，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

湧水の影響で地山が膨張するため、いかに事前に止水注入することで膨張を抑制する

③防水型トンネル

膨張性地山の区間を防水型トンネルに置き換える。

④湧水量が多い場合は摩擦式ロックボルトの適用

⑤ファイバー吹付けコンクリートの採用

（４）

１）リスク

どんなに調査してもスメクタイトの位置や分析、位置は明確にわからない

２）解決策

・施工中においても施工前の先行ボーリングにより調査する

・トンネル断面内で先行ボーリングを数箇所掘ることで精度を向上させる。

●裏面は使用しないで下さい。　●裏面に記載された解答は無効とします。　24字×25字