

2022 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

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 我が国では，技術革新や「新たな日常」の実現など社会経済情勢の激しい変化に対応し，業務そのものや組織，プロセス，組織文化・風土を変革し，競争上の優位性を確立するデジタル・トランスフォーメーション（DX）の推進を図ることが焦眉の急を要する問題となっており，これはインフラ分野においても当てはまるものである。

加えて，インフラ分野ではデジタル社会到来以前に形成された既存の制度・運用が存在する中で，デジタル社会の新たなニーズに的確に対応した施策を一層進めていくことが求められている。

このような状況下，インフラへの国民理解を促進しつつ安全・安心で豊かな生活を実現するため，以下の問いに答えよ。

- (1) 社会資本の効率的な整備，維持管理及び利活用に向けてデジタル・トランスフォーメーション（DX）を推進するに当たり，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）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点・留意点を述べよ。

●問題のポイント●

- ・「DXを推進するに当たっての課題」で「DX推進によって解決される課題」ではない。従って課題は、DXを推進しようとしたときに、どのようなハードルを乗り越えていかねばならないかを考えるべきであって、「生産性をいかに向上するか」など、デジタル技術導入によって解決する問題を考えるはいけない。
- ・「業務そのものや組織，プロセス，組織文化・風土を変革し，競争上の優位性を確立する」という「枕詞」がDXの前に書いてある。このようにDXとは、単なる生産性向上ではなく、業務プロセスや働き方を大きく変えて、競争力確保につながっていくもので、それは既存の制度・運用の変革を迫るものであって、従来のi-Constructionと違って、生産性向上だけで語ってはいけない。業務プロセスや働き方の変革にまで話をつなげていく必要がある。
- ・設問3は「すべての解決策を実行して生じる」とあるため、懸念事項（新たなリスク）は解決策実行後に発生するものをあげなければならない。たとえば「中小企業はデジタル技術導入の初期投資がなかなかできない」などといった、解決策を実行しようとしたときにこれを阻むものは、解決策実行前のリスクだから、こういったものをあげてはいけない。

令和4年度_DXの推進 二次試験 APEG semi 模擬答案用紙

受験番号										
問題番号	I -	I -1								

技術部門	建設部門
選択科目	土質及び基礎
専門とする事項	地盤

※

○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)	DXを推進するための課題									
①	データの効率的な集積と活用方法の構築：運用観点									
	DXの推進には、多くのデジタル情報が必要となる。具体的には、点検～維持管理のインフラ情報、地形＋災害＋気象情報、人と車の移動の情報等である。これらのデータを上手く活用することで、インフラの老朽化や激甚災害対策、交通や流通の効率化が図られる。今後、これらの多くのデータをいかに効率的に集積・活用し、DXを推進していくかが課題である。									
②	デジタル人材などの担い手の確保：人材観点									
	我が国は、米英仏と比べてデジタル化が遅れており、原因として、社内のデジタル人材不足や外部人材が活躍しにくい組織文化であることが挙げられている。また、建設分野は、少子高齢化と3Kにより、担い手が不足しており、ICT等の最新技術の活用には、他分野の人材の確保も必要となる。今後、建設分野のイメージ向上を図り、デジタル化の環境づくりと担い手を確保することが課題である。									
③	レガシーシステムからの脱却：技術観点									
	我が国のシステムは、技術の老朽化、肥大化、複雑化、ブラックボックス化等のレガシーシステムが多く存在する。そのままの状態では、システムトラブル等の発生により、大きな経済損失を招く恐れがある。今後、いかにレガシーシステムからの脱却を図り、経済損失を防いでDXを推進していくかが課題である。									

技術士第二次試験 APEC semi 模擬答案用紙

Q1～Q4いずれも順当な内容。ただしQ2の①は、今は「都市の3Dモデル」とか「プラトー」といった名称を使ったほうがよい。70点以上取れていると思う。合格答案の手本にするのに良いと思う。

○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	と	考	え	る	課	題	の	解	決	策																																															
課	題	の	「	①	デ	ー	タ	の	効	率	的	な	集	積	と	活	用	方	法	の	構	築																																											
」	が	最	も	重	要	と	考	え	、	以	下	に	解	決	策	を	示	す	。																																														
①	イ	ン	フ	ラ	デ	ー	タ	プ	ラ	ツ	ト	フ	ォ	ー	ム	の	構	築																																															
調	査	⇒	設	計	⇒	施	工	⇒	維	持	管	理	の	各	建	設	プ	ロ	セ	ス	で	、																																											
I	C	T	技	術	を	活	用	し	な	が	ら	、	デ	ー	タ	を	集	積	し	て	い	く	。																																										
調	査	段	階	で	は	、	ド	ロ	ー	ン	や	G	P	S	を	用	い	て	、	高	精	度	な																																										
デ	ー	タ	を	集	積	す	る	。	設	計	段	階	で	は	、	B	I	M	/	C	I	M	を	用	い	て																																							
三	次	元	化	を	進	め	る	。	施	工	段	階	で	は	、	三	次	元	デ	ー	タ	に	基	づ	き	、	A	I	と	5	G	を	用	い	た	M	C	等	の	無	人	化	施	工	に	よ	り	、																	
品	質	管	理	も	行	う	。	維	持	管	理	段	階	で	は	、	ロ	ボ	ツ	ト	や	セ	ン	サ	ー	に	よ	り	、	三	次	元	点	検	デ	ー	タ	を	取	得	し	て	い	く	。																				
各	建	設	プ	ロ	セ	ス	の	デ	ー	タ	を	情	報	共	有	シ	ス	テ	ム	に	統	合	し	、	イ	ン	フ	ラ	デ	ー	タ	プ	ラ	ツ	ト	フ	ォ	ー	ム	を	構	築	す	る	。																				
②	国	土	交	通	デ	ー	タ	プ	ラ	ツ	ト	フ	ォ	ー	ム	の	構	築																																															
①	と	併	せ	て	、	公	共	交	通	や	物	流	・	商	流	等	の	経	済	活	動	デ	ー	タ	も	E	T	C	2	.	0	や	電	子	決	済	等	に	よ	り	、	集	積	し	て	い	く	。																	
人	や	物	の	移	動	を	把	握	す	る	こ	と	で	、	正	確	な	需	要	予	測	や	安	全	運	転	、	M	a	a	S	や	グ	リ	ー	ン	ス	ロ	ー	モ	ビ	リ	テ	ィ	等	の	次	世	代	モ	ビ	リ	テ	ィ	へ	の	活	用	等	が	実	現	す	る	。
気	象	情	報	や	災	害	情	報	も	同	様	に	集	積	し	、	A	I	を	用	い	て	、	分	析	・	活	用	す	る	こ	と	で	、	精	度	の	高	い	降	雨	予	測	と	災	害	予	測	が	可	能	と	な	り	、	早	期	避	難	を	実	現	す	る	。
こ	れ	ら	の	各	分	野	の	多	く	の	デ	ー	タ	を	統	合	し	た	国	土	交	通	デ	ー	タ	プ	ラ	ツ	ト	フ	ォ	ー	ム	を	構	築	す	る	。																										

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。）

(3)	解	決	策	の	波	及	効	果	と	懸	念	事	項	へ	の	対	応	策						
①	波	及	効	果																				
	解	決	策	を	実	行	す	る	こ	と	で	、	新	し	い	産	業	の	創	出	と	行	政	
	サ	ー	ビ	ス	の	高	度	化	等	の	波	及	効	果	が	生	ま	れ	る	。				
②	懸	念	事	項																				
	デ	ー	タ	を	取	り	扱	う	こ	と	が	増	え	、	現	場	に	出	る	機	会	が	減	
	る	た	め	、	経	験	工	学	的	な	判	断	を	伴	う	技	術	継	承	が	困	難	と	な
	る	。	ま	た	、	デ	ー	タ	の	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	問	題	も	発	生	す	る	。
③	対	応	策																					
	土	木	技	術	者	の	正	し	い	判	断	を	蓄	積	し	た	教	師	デ	ー	タ	の	活	
	用	、	熟	練	技	術	者	の	暗	黙	知	を	形	式	知	に	す	る	ナ	レ	ッ	ジ	マ	ネ
	ジ	メ	ン	ト	や	モ	ー	シ	ヨ	ン	セ	ン	サ	ー	等	を	活	用	し	た	人	材	育	成
	O	J	T	と	O	F	F	-	J	T	を	組	み	合	わ	せ	た	技	術	継	承	を	行	う
	機	密	情	報	等	の	消	失	や	漏	洩	、	サ	イ	バ	ー	攻	撃	を	防	ぐ	た	め	
	に	、	大	容	量	の	ク	ラ	ウ	ド	サ	ー	ビ	ス	を	活	用	し	た	バ	ッ	ク	ア	ッ
	プ	や	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	強	化	も	併	せ	て	進	め	て	い	く	。			
(4)	業	務	を	遂	行	す	る	に	当	た	り	必	要	と	な	る	要	件						
技	術	者	と	し	て	の	倫	理	：	公	衆	の	安	全	、	健	康	及	び	福	利	を	最	
優	先	に	考	慮	す	る	。	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	。	コ	ス	ト	ダ	ウ	ン	を	優	先	し	て	不	安	
全	な	も	の	は	作	ら	ず	、	反	倫	理	的	な	行	為	も	し	な	い	。				
社	会	の	持	続	性	の	観	点	：	建	設	リ	サ	イ	ク	ル	の	推	進	、	グ	リ	ー	
ン	イ	ン	フ	ラ	の	活	用	、	再	エ	ネ	に	よ	る	ク	リ	ー	ン	電	力	確	保	等	
の	環	境	保	全	に	努	め	、	2	0	5	0	年	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	
実	現	に	向	け	た	持	続	可	能	な	社	会	資	本	整	備	を	行	う	。			以	上

Q1：①がDXによって解決される課題で題意から外れているが②③はOK。

Q2：①②は生産性向上の視点にとどまっているが、③で働き方改革に言及しているので全体としてはひとまずOK。

Q3：おおむねOK。

Q4：倫理・持続可能性ともコンピテンシー定義からは外れるが、間違った内容ではないので大きくマイナスにはならない。

全体：Q1・Q2は60%、Q3は70%、Q4は50%程度で、トータル60%に届いている感じ。

問題番号	DX	道路	枚中
------	----	----	----

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(1)	社会資本整備におけるDXを推進する課題
①	効率的な整備、維持管理におけるDXの活用
	我が国の建設業就業者の技能者は、平成9年で約455万人、令和元年で約324万人である。今後、高齢化により約110万人が離職すると推測されている。技能者が減少する中で、建設業の業務が低迷することや、熟練技術者の技術力の衰退が問題である。そのため、 <u>技術の観点</u> から、効率的な施工、DXによる維持管理、人材強化が課題である。
②	BIM/CIMによる設計
	BIM/CIMによる設計は、一定の普及により、3Dデータを活用することにより、効率化を実現できている。建設業は、測量、設計、施工、維持管理・更新の一連のプロセスがあり、それぞれ業者が異なり、データの互換性や統一性がないことが問題である。そのため、 <u>効率化の観点</u> から、国の推奨するデータの決定や、建設業界のデータの互換性、統一性が課題である。
③	DXデータセンターの活用
	DXデータセンターは、ビッグデータや、新技術など様々なデータが集積される施設である。しかし、膨大なデータ量により、必要な情報がすぐに得られないことが問題である。そのため、 <u>情報の観点</u> から、AIを活用してビッグデータを検索する新たなソフトウェアの研究・開発が課題である。
(2)	最も重要と考える課題と解決策

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	受験申込書に記入した専門とする事項
問題番号	DX		道路	

枚数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

	最も重要と考える課題は、①効率的な整備、維持管理におけるDXの活用である。理由は、社会資本整備を効率化するにはDXが必要不可欠だからである。
	① i-Constructionによる施工
	DXを推進するため、i-Constructionによる施工を行う。具体的には、ICT土工、ICT舗装により施工を行う。3DデータとICT施工機械を連動させ、自動制御を行う。自動制御により、施工機械と作業員の接触が軽減され、作業中の安全性向上となる。また、3D点群データにより、細部まで施工が行えることで、品質が向上する効果もある。
	② UAVやロボットを活用した維持管理
	維持管理の効率化を行うため、UAVやロボットを活用した維持管理を導入する。具体的には、UAVやロボットにより、建造物の画像データを取得する。画像データをAIにて損傷や劣化の激しい箇所を抽出する。抽出された箇所のみ専門家による近接目視、打音検査を行い、効率化、省人化を図る。
	③ 人材育成および働き方改革
	人材育成のため、DXデータセンターを活用する。具体的には、BIM/CIMや、ICT建設機械、UAVやロボットの操作方法など研修を受ける。また、働き方改革として、完全週休二日制、有給休暇取得制度、福利厚生の実充実、快適な男女別トイレ、清潔な職場環境など取り入れて人材の定着を促す。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	技術 部門	建設部門	受験申込書に記入した専門とする事項
問題番号	DX		道路	

枚数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(3) 波及効果と懸念事項への対応策
① 波及効果 DXを推進することにより、生産性向上や働き方改革が推進され、労働者の休暇が増加し、人々の心が豊かになる波及効果がある。
② 懸念事項への対応策 DXを推進することにより、技術がブラックボックス化するリスクがある。一部の若年層技術者が、技術を理解しないまま、設計を行う可能性がある。対応策は、熟練技術者によるナレッジマネジメント、OJT、OFF-JTによる指導である。熟練技術者の暗黙知を形式知化し、社内で共有させる。また、現場の施工の立合いなどにより、施工順序や、課題、問題点、解決策など指導する。
(4) 業務を遂行するに当たり必要な要点と留意点
① 技術者倫理 DXの必要な要点は、「秘密の保持」である。理由は、DXによるデータの流出や、転用などあってはならないからである。データのセキュリティ強化や社内倫理の周知徹底を行うことに留意する。
② 社会持続可能性 DXの必要な要点は、「少子高齢化対策」である。対策は、希望ある国づくりやDXによる経済成長を推進し、女性が子育てのしやすい環境を整えることに留意する。それが、持続可能な社会が実現できる。 <p style="text-align: right;">— 以上 —</p>

令和 4 年度

氏 名		試験科目	必須科目 I
選択科目	土質及び基礎	問題テーマ	
コース		問題番号	I - 1

(1)	I C T 技術の導入に向けた課題
1)	専門技術者の確保および担い手の育成
	我が国は 2008 年をピークに本格的な人口減少局面に入っており、建設業界においても今後労働人口が減少し、他産業との人材確保競争が余儀なくされる。その中で、デジタル技術に精通した若手技術者数は全体の約 10% と少なく、離職を招く労働環境が問題である。そのため、人材不足の観点から、デジタル技術に精通した専門技術者の確保が課題となる。
2)	効果的な I C T の導入
	現状、建設生産プロセスの生産性を向上するため様々な I C T 技術が活用されているが、それらを闇雲に導入しても、十分な導入効果が得られるとは限らない。それら闇雲に導入するのではなく、現場や組織、建設プロセスにおける課題を抽出する必要がある。そのため、効率性の観点から、その課題の改善をするための効果的な I C T の導入が課題となる。
3)	中小企業のデジタル技術市場参入の促進
	我が国の建設業のうち、資本金が 1 千万円以下の中小企業数は全体の 70% 以上にも及ぶ。中小企業はデジタル技術を必要としない小規模な現場を対象とすることが多く、導入メリットが少ない現状にある。そのため、技術の普及の観点から、施工情報の引継ぎやノウハウの共有等のために中小企業のデジタル技術市場への参入促進が課題となる。

Q1 : 順当な内容でOK。

Q2 : おおむねOKだが、DX推進による解決ともいえる内容。

Q3 : 波及効果OK。新たなリスクが解決策実行に伴うリスクではなく別問題のように思われる。

Q4 : 持続可能性はOKだが、倫理はコンピテンシー定義に従えば公共の安全。

65% くらいの印象。

令和 4 年度

氏 名		試験科目	必須科目 I
選択科目	土質及び基礎	問題テーマ	
コース		問題番号	I - 1

(2)	最も重要と考える課題に対する解決策
	「効果的な ICT の導入」を最も重要な課題と考える。なぜなら、ICT 技術の導入効果が最大化され、インフラ分野におけるデジタル技術の価値が上がり、DX の推進に繋がるためである。
1)	<u>AI を搭載したロボットによる無人化施工</u>
	AI を搭載した建設ロボットを導入し、複数の重機の協調作業を少人数の技術者で管理する。土工作业を例に挙げると、土の運搬、敷き均し、締固めという異なる作業を複数の重機が行うシステムを開発する。各機械は周辺環境、他の機械の動きを察知し、自律で協調作業が可能なものにする。これにより、少人数で施工の効率化ができ、難工事へも対応可能となる。
2)	<u>専用アプリケーションの開発による作業効率化</u>
	工事に付随する間接的な作業を効率化する専用アプリケーションを開発する。具体的に、写真撮影や計測用のソフトを開発し、データを現場からクラウド等を介して一元的に管理し、自動処理する。これにより、技術者が現場作業を終えた後、事務所へ移動して写真やデータの整理を行う時間が削減できる。また、データの改ざんや、ヒューマンエラーを防止できる。
3)	<u>データ連携の推進</u>
	各建設生産プロセスにおける CIM や ICT 施工により作成される 3 次元データを連携するためのインフラデータプラットフォームを構築し、実用化させる。

令和4年度

氏名		試験科目	必須科目Ⅰ
選択科目	土質及び基礎	問題テーマ	
コース		問題番号	Ⅰ-1

これにより、	気象・防災分野や	交通・物流分野等	の他
分野のデータと	連携が容易となり、	施工や維持管理の	
生産性向上が可能となる。	また、国や自治体のデータ		
とも連携でき、	地域の課題解決にも活用できる。		
<u>(3) 新たに生じうるリスクと対策</u>			
<u>1) 働き方改革の波及効果</u>			
ICT技術の導入による	生産性の向上により、	賃金の改善や労働環境の	改善ができる、～また、
働き方改革が推進され、	人材確保に繋がる。		
<u>2) 専門技術者の不足とそれへの対策</u>			
働き方改革により	担い手を確保し、	官民共通の研修	を行う。経済的負担に
関しては、歩掛りを改善し、	受発注者側の支援を	継続して行う。また、	新技術導入の際
はNETISを活用して	適切な導入を図る。		
<u>(4) 業務として遂行するために必要な要件</u>			
<u>1) 技術者倫理の観点</u>			
必要な要件として、	「秘密の保持」を	考える。すなわち、	ICT導入による各種
電子データの情報漏洩	リスクに得優位し、	適切なセキュリティ	強化を図り、従業員
に定期的な情報倫理	教育を実施する。		
<u>2) 社会の持続可能性の観点</u>			
業務遂行に必要な	要件として、「低炭素	社会の構築	を考える。すなわち、
デジタル技術の開発の際	は、エネルギー消費	や温室効果ガスの	排出に留意し、可能な
限り環境に配慮した	システムの開発を	目指す。	

Q1 : 題意にしっかり応えていて Good。
 Q2 : おおむね OK。
 Q3 : 波及効果 OK。新たなリスクは解決策実行後ではなく実行のハードルに思われる。
 Q4 : OK。
 Q3 でやや得点ダウンも、トータル 70% 近く取れていると思われる。

専門

問題番号	I-1	選択科目	科目
答案使用枚数	2 枚目 枚中	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)	多面的な観点からの課題										
①	基盤整備										
	DX 推進のためには ICT と 3 次元データを活用し、										
	情報の高度化を図っていくことが求められる。また、										
	建設分野以外との連携も重要であるが、DX を推進し										
	ていくための人材、環境が不十分な状況である。DX										
	を推進していくための人材、環境など基盤を整備して										
	いくことが課題である。										
②	意識改革										
	新型コロナウイルスを契機にテレワークやリモート										
	ワークの導入が進んでいる。しかし、建設分野におい										
	て図面は紙、打ち合わせは対面、品質管理は現場、手										
	続きは紙といった考え方が染みついております。DX 化が										
	遅れている。DX 推進のための意識改革が課題である。										
③	地方自治体への支援										
	現在、地方自治体の約 3 割で技術系の職員が在籍し										
	ていない状況である。さらに既存インフラの管理にお										
	いて紙資料で行っており、データベース化が進んでい										
	ない自治体が存在する。これら DX を推進するための										
	体制が不十分な地方自治体における人的及び技術的支										
	援が課題である。										
(2)	最も重要な課題と解決策										
	最も重要な課題として「① 基盤整備」を挙げる。理										
	由として、基盤を整備することで他の課題の解決策に										
	もなるためである。以下に解決策を述べる。										

●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		技術部門	部門
問題番号		選択科目	科目
答案使用枚数	3 枚目 枚中	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	<u>DX データセンター</u>														
	DX のベースとなる大容量の 3次元データを円滑に														
	利用することのできる基盤の構築のため、国土技術政														
	策総合研究所 DX データセンターの整備を行う。これ														
	により、受発注者がクラウド上で 3次元データの共有、														
	作成などを行い、データの一元的な管理が可能となる。														
	さらにリモート環境でも 3次元データを円滑に利用で														
	きる効果もある。														
	② <u>建設 DX 実験フィールド</u>														
	無人化施工や自立施工の実証実験を行うための土工														
	フィールド、3次元計測技術の計測を行う出来形計測														
	模型を有する「建設 DX 実験フィールド」の整備を行														
	う。これにより、ICT 建機や 3次元計測技術の実験を														
	速やかに行うことが可能となり、現場への導入や基準														
	の整備のスピード化を図ることが可能となる。														
	③ <u>人材育成</u>														
	DX のベースとなる BIM/CIM に対応可能な技術者の														
	育成が有効である。各地方整備局で共有することの可														
	能なテキストの作成を行う。さらに BIM/CIM ポータル														
	サイトの活用や eラーニングとしての動画コンテンツ、														
	ウェブセミナーを活用することで受発注者において														
	BIM/CIM に対応可能な技術者の育成を図る。														
	<u>(3) 波及効果と懸念事項への対策</u>														
	・ <u>波及効果</u>														
	波及効果としてダイバーシティの促進が考えられる。														

●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

受験番号		技術部門	部門
問題番号		選択科目	科目
答案使用枚数	4 枚目 枚中	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。

内	業	に	お	け	る	テ	レ	ワ	ー	ク	、	リ	モ	ー	ト	ワ	ー	ク	の	促	進	や		
I	C	T	施	工	、	3	次	元	計	測	技	術	に	お	け	る	生	産	性	、	安	全	性	の
向	上	に	よ	り	、	女	性	や	育	児	、	介	護	を	し	な	が	ら	の	働	き	や	す	
い	環	境	整	備	に	つ	な	が	る	た	め	で	あ	る	。									
<u>・懸念事項及び対策</u>																								
	懸	念	事	項	と	し	て	D	X	推	進	に	関	し	て	行	政	主	導	の	限	界	が	
挙	げ	ら	れ	る	。																			
	対	策	と	し	て	官	民	一	体	と	な	っ	た	D	X	推	進	が	考	え	ら	れ	る	。
具	体	的	に	は	、	国	土	交	通	プ	ラ	ッ	ト	フ	ォ	ー	ム	に	民	間	が	保	有	
し	て	い	る	経	済	、	交	通	、	気	象	の	デ	ー	タ	を	反	映	す	る	。	こ	れ	
に	よ	り	、	ヒ	ー	ト	ア	イ	ラ	ン	ド	対	策	や	M	a	s	s	の	導	入	、	災	害
発	生	時	の	リ	ス	ク	予	測	等	を	行	う	こ	と	が	可	能	と	な	る	。	こ	れ	
ら	官	民	で	一	体	と	な	っ	て	D	X	に	関	し	て	、	高	度	な	価	値	を	見	
出	す	こ	と	で	D	X	推	進	を	図	る	こ	と	が	有	効	で	あ	る	。				
<u>(4) 業務として必要となる要点、留意点</u>																								
<u>・技術者倫理：技術者として最も重要なのは公衆の利</u>																								
益	で	あ	る	。	今	後	、	さ	ら	に	情	報	化	社	会	が	進	展	す	る	こ	と	が	
予	想	さ	れ	る	。	こ	の	よ	う	な	中	、	私	益	の	た	め	に	デ	ー	タ	の	不	
正	や	改	ざ	ん	を	行	わ	な	い	こ	と	に	留	意	す	る	と	と	も	に	D	X	を	
公	衆	の	利	益	に	活	用	す	る	倫	理	観	が	必	要	と	な	る	。					
<u>・社会の持続可能性：社会の持続可能性の観点からは</u>																								
地	球	環	境	の	保	全	に	も	留	意	す	る	。	国	土	交	通	プ	ラ	ッ	ト	フ	ォ	
ー	ム	を	用	い	て	の	ヒ	ー	ト	ア	イ	ラ	ン	ド	対	策	や	M	a	s	s	に	よ	
公	共	交	通	の	利	用	促	進	を	図	る	こ	と	で	脱	炭	素	に	配	慮	し	た	ま	
ち	づ	く	り	の	た	め	に	D	X	を	活	用	す	る	技	術	力	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

Q1：運用制度の視点もほしいがおおむねOK。
 Q2：順当な内容でOK。
 Q3：おおむねOK。
 Q4：OK。
 70%くらい取れていると思われる。

練習問題 答案用紙

		建設一般 or 建設専門（どっちかを消して下さい）	
問題番号	I-1	選択科目	建設部門
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項	鋼構造およびコンクリート

<u>(1) 建設分野におけるDX進展ため課題</u>												
課題①：DX推進のための環境整備												
現場安全性向上・生産性の向上・新型コロナウイルス感染症対策として、建設業でもDXの要求が高まっている。DXの取り組みにはデジタルデータの存在が重要であるが、建設業は労働集約型生産・高齢化・アナログな業務が多いなどの特性があり、デジタル化の活用が遅れている。こういった状況を踏まえ、インフラ分野のDX推進のための環境整備が課題である。												
課題②：中小企業におけるICT技術の推進												
DXを有効活用するには、業界全体及びあらゆる分野にICTを適用し、データ量を増加させる必要がある。一方、中小企業では資金不足や技術者不足により、ICTの推進が遅れている。大企業だけでなく、コスト面や技術面での支援が必要な中小企業におけるICT普及の取組が課題である。												
課題③：DXの実施工への導入促進												
DXを積極的に採用することで、現場施工の安全性・品質の向上・生産性向上を図ることが出来る。一方、鋼構造分野へのDXの推進にあたって、その技術力が適切なものであったとしても、適用事例が十分でない理由から、採用に至らないことがある。今後、DXを積極的に採用するにあたり、実施工への導入促進が課題である。												
<u>(2) 最も重要な課題と複数の解決策</u>												

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	建設一般 or 建設専門 (どっちかを消して下さい)		
問題番号	I-1	選択科目	建設部門
答案使用枚数	2 枚目	3 枚中	専門とする事項 鋼構造およびコンクリート

課題①	の「DX進展のための環境整備」が最も重要な
課題と考える。	今後、デジタルデータが急速に増加する中、それを有効に活用する環境整備が急務である。
解決策①	: デジタルデータ収集の推進
インフラ分野にDXを推進していくには、AIによる	分析が重要となる。AIの分析の信頼度はデジタルデータ量によって左右されるが、現状AI学習用データが十分でない。測量業務においてはドローンやレーザースキャナの活用、調査業務においてはセンサー技術の活用、現場施工ではICT建設機械などの活用を積極的に行い、データ収集を推進する。
解決策②	: BIM/CIMの一層の活用
調査・計画の段階から設計・施工・維持管理の各段階における生産性向上のため、BIM/CIMが活用されている。これまでの技術的な情報だけでなく、コスト・価格情報をBIM/CIMに付与することで、コスト管理・資機材調達、労務管理、契約管理の一層の高度化が可能となる。今後DXの進展に伴い、建設事業に関する様々な情報がBIM/CIMに関連付けるように整備する。	
解決策③	: インフラデータプラットフォームの構築
GIS(地理情報システム)を基盤とするプラットフォームに、調査・設計段階から、施工・維持管理段階のデジタルデータや点群データを蓄積する。これにより、これまで個別に管理されていたデータの一元化や、GIS上から必要なデータの検索が可能となり効率化を	

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	建設一般 or 建設専門 (どっちかを消して下さい)		
問題番号	I-1	選択科目	建設部門
答案使用枚数	3 枚目	3 枚中	専門とする事項 鋼構造およびコンクリート

図	る	こ	と	が	で	き	る	。	加	え	て	、	災	害	時	の	津	波	や	人	の	流	れ		
を	サ	イ	バ	ー	空	間	上	で	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	す	る	こ	と	で	、	災	害	
対	策	に	活	用	す	る	こ	と	が	で	き	る	。												
(	3	)	波	及	効	果	と	し	て	、	D	X	が	進	展	す	る	と	、	建	設	業	の	安
全	性	・	生	産	性	向	上	に	よ	り	、	建	設	業	の	良	く	な	い	イ	メ	ー	ジ	3	
危	険	・	き	つ	い	・	汚	い	)	が	改	善	さ	れ	る	。	そ	れ	に	よ	り	、	建	設
業	離	れ	し	て	い	た	若	手	技	術	者	を	確	保	で	き	、	担	い	手	不	足	を	解	
消	で	き	る	波	及	効	果	が	あ	る	。	一	方	、	D	X	が	推	進	す	る	と	、	技	
術	者	は	主	に	、	シ	ス	テ	ム	の	操	作	法	を	習	得	す	る	よ	う	に	な	り	、	
若	手	技	術	者	の	技	術	力	の	低	下	が	懸	念	さ	れ	る	。							
対	策	と	し	て	、	A	R	(	拡	張	現	実	)	や	V	R	(	仮	想	現	実)			
を	教	育	分	野	に	導	入	す	る	。	熟	練	技	術	者	の	目	線	や	チ	ェ	ッ	ク		
ポ	イ	ン	ト	を	仮	想	的	に	体	感	す	る	機	会	を	増	や	し	、	よ	り	実	務		
に	近	い	技	術	教	育	に	昇	華	さ	せ	る	。												
(	4	)	業	務	と	し	て	遂	行	す	る	に	あ	た	っ	て	の	要	件	・	留	意	点	
技	術	者	倫	理	の	観	点	と	し	て	、	公	益	確	保	を	最	優	先	に	考	え	、	生	
産	性	を	求	め	る	あ	ま	り	、	納	期	の	厳	守	・	コ	ス	ト	縮	減	に	よ	る	デ	
ー	タ	不	正	、	品	質	低	下	が	生	じ	な	い	こ	と	が	要	件	で	あ	る	。			
特	に	D	X	で	は	デ	ー	タ	の	取	り	扱	い	に	よ	っ	て	は	、	国	民	の	生	命	
・	財	産	が	脅	か	さ	れ	る	可	能	性	が	あ	る	た	め	留	意	す	る	。				
社	会	の	持	続	性	の	観	点	と	し	て	、	環	境	保	全	の	優	先	が	重	要	で	あ	
あ	る	。	D	X	を	講	じ	る	こ	と	で	、	定	量	的	な	環	境	負	荷	の	低	減	が	
期	待	で	き	る	取	組	み	等	も	期	待	で	き	る	。										
																								以	
																								上	

Q1：おおむねOK。
 Q2：内容はいいがちょっと長い。2つでもよかった。
 Q3：波及効果はいいが簡単すぎ。新たなリスクは解決策実行前リスクとして考えているが、結果的に二次リスクの側面も持っているので多少加点されたか。
 Q4：おおむねOK。
 トータル65～70%くらいと思われる。

受験番号			
問題番号	I-1	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)	D X 推 進 を 図 る 上 で の 課 題
1)	仕 組 み 化 の 観 点 : 都 市 全 体 の 仕 組 み の 高 度 情 報 化
	I C T 技 術 の 発 展 に よ り 、 都 市 の 各 分 野 で は 、 建 設 工 事 や 交 通 の 自 動 化 、 B I M ・ C I M 等 の 設 計 手 法 の 高 度 化 等 、 生 産 性 を 向 上 す る 取 組 は 数 多 く み ら れ る 。 し か し 、 各 セ ク シ ョ ン が 連 携 す る こ と に よ る 都 市 全 体 の 高 度 情 報 化 と 社 会 全 体 の 経 済 成 長 に 波 及 す る 取 組 と し て は 不 十 分 で あ る 。
	そ の た め 、 I C T 技 術 や A I 技 術 を 活 用 し 、 都 市 の 仕 組 み 全 体 を 高 度 情 報 化 す る こ と に よ る 社 会 全 体 の 生 産 性 の 向 上 が 必 要 で あ る 。
2)	担 い 手 育 成 の 観 点 : 技 術 者 育 成 や 働 き 方 改 革 推 進
	D X の 推 進 に は 先 端 技 術 が 必 要 で あ る と と も に 、 建 設 業 の 技 術 者 に は そ の 習 得 が 必 要 で あ る 。 一 方 で 、 人 口 減 少 、 少 子 高 齢 化 が 進 行 す る 中 、 生 産 年 齢 人 口 の 技 術 者 の 減 少 の ほ か 、 技 術 者 の 高 齢 化 に よ り 、 技 術 者 不 足 の 顕 在 化 が 今 後 問 題 と な る こ と が 予 想 さ れ る 。
	そ の た め 、 先 端 科 学 技 術 を 活 用 す る 技 術 者 の 育 成 の ほ か 、 若 年 就 業 者 や 女 性 就 業 者 の 確 保 に 向 け た 働 き 方 改 革 の 推 進 が 必 要 で あ る 。
3)	財 政 不 足 の 観 点 : 施 策 推 進 の 担 い 手 へ の 支 援
	D X の 推 進 に は 、 先 進 的 な 科 学 技 術 が 必 要 な ほ か 、 継 続 的 な マ ネ ジ メ ン ト が 必 要 で あ る こ と か ら 多 大 な コ ス ト を 要 す る 。 そ の た め 、 D X 推 進 の 施 策 を 実 施 す る 自 治 体 や 企 業 の 財 源 不 足 が 問 題 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

○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。)

	上	記	問	題	解	消	の	た	め	、	D	X	の	計	画	段	階	か	ら	実	装	段	階	
維	持	管	理	の	各	段	階	に	お	い	て	、	施	策	の	担	い	手	に	対	す	る	補	
助	制	度	や	人	的	支	援	等	の	支	援	制	度	が	必	要	で	あ	る	。				
(2)	課	題	に	対	す	る	解	決	策													
	今	後	の	科	学	技	術	の	発	展	に	よ	り	経	済	成	長	へ	の	多	大	な	効	
果	が	期	待	で	き	る	「	都	市	全	体	の	仕	組	み	の	高	度	情	報	化	」	を	
最	も	重	要	な	課	題	と	考	え	、	解	決	策	を	以	下	に	示	す	。				
1)	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	ン	の	構	築													
	都	市	に	お	け	る	建	物	デ	ー	タ	や	都	市	イ	ン	フ	ラ	、	経	済	活	動	
や	災	害	ハ	ザ	ー	ド	の	情	報	、	人	の	流	れ	を	サ	イ	バ	ー	空	間	上	に	
再	現	す	る	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	ン	の	仕	組	み	を	構	築	し	、	都	市	空	間	
づ	く	り	へ	活	用	す	る	。	具	体	的	に	は	、	物	的	な	デ	ー	タ	で	あ	る	
都	市	空	間	の	情	報	の	ほ	か	、	人	流	や	交	通	等	の	デ	ー	タ	を	可	視	
化	す	る	こ	と	に	よ	り	、	コ	ロ	ナ	禍	で	の	密	な	環	境	回	避	、	自	動	
車	交	通	の	渋	滞	解	消	、	ヒ	ー	ト	ア	イ	ラ	ン	ド	の	防	止	等	を	目	的	
と	し	た	都	市	空	間	創	出	の	検	討	に	活	用	す	る	こ	と	で	、	効	率		
的	・	効	果	的	な	都	市	づ	く	り	を	行	う	。										
2)	シ	ー	ム	レ	ス	な	公	共	交	通	の	仕	組	み	化								
	多	様	な	交	通	事	業	者	と	連	携	し	、	各	交	通	手	段	の	接	続	を	ス	
ム	ー	ズ	に	す	る	シ	ー	ム	レ	ス	な	公	共	交	通	の	仕	組	み	の	構	築	を	
推	進	す	る	。	具	体	的	に	は	、	M	a	a	S	に	よ	る	鉄	道	や	タ	ク	シ	
一	、	バ	ス	を	中	心	と	し	た	効	率	的	な	公	共	交	通	の	運	行	シ	ス	テ	
ム	の	構	築	や	そ	れ	ら	の	シ	ス	テ	ム	を	支	え	る	基	盤	施	設	の	環	境	
整	備	、	グ	リ	ー	ン	ス	ロ	ー	モ	ビ	リ	テ	ィ	や	カ	ー	シ	ェ	ア	リ	ン	グ	
サ	ー	ビ	ス	等	の	次	世	代	モ	ビ	リ	テ	ィ	シ	ス	テ	ム	を	構	築	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) AI 技術等を活用した防災対策の仕組み化																								
災	害	時	に	お	け	る	リ	ア	ル	タ	イ	ム	の	人	流	デ	ー	タ	や	避	難	状		
況	、	被	災	の	状	況	を	イ	ン	タ	ー	ネ	ット	上	で	可	視	化	す	る	と	と		
も	に	、	A	I	技	術	を	活	用	し	た	モ	バ	イ	ル	ア	プ	リ	の	開	発	及	び	
普	及	を	図	る	。	モ	バ	イ	ル	ア	プ	リ	で	は	、	避	難	に	係	る	基	本	情	
報	の	ほ	か	、	リ	ア	ル	タ	イ	ム	ハ	ザ	ー	ド	情	報	か	ら	の	最	適	な	避	
難	ル	ー	ト	や	避	難	場	所	の	避	難	者	へ	の	情	報	提	供	を	A	I	技	術	
に	よ	り	効	率	的	に	行	う	。	ま	た	、	モ	バ	イ	ル	ア	プ	リ	の	情	報	を	
活	用	し	、	行	政	の	効	果	的	な	物	資	配	給	の	計	画	に	活	用	す	る	。	
(3) 波及効果と懸念事項への対応策																								
前	項	の	取	組	に	よ	る	都	市	の	効	率	的	な	サ	ー	ビ	ス	提	供	に	よ	り	
り	、	都	市	全	体	の	経	済	成	長	が	期	待	で	き	る	。	一	方	で	、	取	組	
推	進	に	は	、	多	様	な	デ	ー	タ	の	継	続	的	更	新	、	新	規	デ	ー	タ	の	
実	装	が	必	要	で	あ	る	。	こ	れ	ら	の	デ	ー	タ	に	は	、	不	正	ア	ク	セ	
ス	等	に	よ	る	個	人	情	報	流	出	に	つ	な	が	る	こ	と	が	懸	念	さ	れ	る	。
そ	の	た	め	、	個	人	情	報	の	特	定	に	繋	が	ら	な	い	デ	ー	タ	変	換		
や	取	扱	ル	ー	ル	の	設	定	に	よ	り	、	流	出	被	害	の	抑	制	を	図	る	。	
(4) 遂行にあたり必要となる要点・留意点																								
技	術	者	の	倫	理	：	取	組	推	進	に	は	膨	大	な	デ	ー	タ	活	用	に	伴	う	
多	大	な	コ	ス	ト	が	必	要	と	な	る	。	そ	の	た	め	、	公	益	の	確	保	と	
都	市	生	活	に	お	け	る	安	全	・	安	心	の	確	保	を	優	先	し	て	取	組	推	
進	の	予	算	配	分	を	行	う	こ	と	が	必	要	で	あ	る	。							
社	会	の	持	続	性	：	持	続	可	能	性	な	発	展	目	標	(	S	D	G	s	)	実
現	に	向	け	て	、	環	境	に	配	慮	し	た	デ	ー	タ	活	用	、	経	済	成	長	に	
繋	が	る	産	業	の	高	度	化	、	防	災	減	災	の	取	組	等	を	推	進	す	る	。	

- Q1 : おおむねOK。
 Q2 : ユニークな課題を選定しているが、解決策は妥当。
 Q3 : おおむねOK。
 Q4 : おおむねOK。

全体にかなり簡略化。再現にあたって概要化している可能性あり。

※ このままの答案だと60~65%、もっとしっかり書いてあるとプラス5%くらいか。

問題番号	I-1	選択科目	都市及び地方計画	※
		専門とする事項	都市計画、交通計画	

○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)	3 つ の 課 題																			
課 題 ① :	D X の 社 会 へ の 浸 透																			
	D X の 推 進 は 重 要 で 効 果 的 な 施 策 だ と 認 識 は あ る も																			
	の の 、 現 状 か ら 変 化 し 、 D X に つ な が る よ う な I T シ																			
	ス テ ム を 新 た に 取 り 入 れ る ハ ー ド ル は 高 い 。 特 に 高 齢																			
	で あ る ほ ど そ の ハ ー ド ル は 高 く 、 高 齢 化 率 の 高 い 地 方																			
	で は 、 D X が 社 会 へ 受 け 入 れ ら れ 浸 透 す る か が 課 題 と																			
	な る 。 マ イ ナ ン バ ー カ ー ド 、 Q R コ ー ド 決 済 等 、 利 便																			
	性 が 高 い に も か か わ ら ず 、 十 分 に 浸 透 し 、 一 般 化 さ れ																			
	て い な い こ と か ら も そ れ が 覗 え る 。																			
課 題 ② :	D X 人 材 の 確 保																			
	あ ら ゆ る 業 界 で D X 化 が 推 進 さ れ て お り 、 D X に 通																			
	ず る I T 人 材 の 確 保 が 困 難 と な っ て い る 。 ま た D X の																			
	サ ー ビ ス を 提 供 す る エ ン ジ ニ ア だ け で な く 、 そ の サ ー																			
	ビ ス を 理 解 し 、 運 用 し て い く 人 材 の 育 成 も 課 題 で あ る 。																			
課 題 ③ :	コ ス ト																			
	D X に 通 ず る サ ー ビ ス を 導 入 す る に は 、 イ ニ シ ャ ル																			
	コ ス ト と ラ ン ニ ン グ コ ス ト が 課 題 と な る 。 サ ー ビ ス 導																			
	入 に よ り 、 ど れ だ け の コ ス ト が 削 減 出 来 る の か と い っ																			
	た メ リ ッ ト を 分 析 し た 上 で 導 入 を 検 討 す る 必 要 が あ る 。																			
(2)	最 も 重 要 と 考 え る 課 題 と そ の 対 応 策																			
課 題 ① :	D X の 社 会 へ の 浸 透 が 最 も 重 要 な 課 題 と 考 え																			
	る 。																			
	社 会 へ の 浸 透 が 進 ま な い 状 況 で は 、 既 存 の サ ー ビ ス																			

●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

Q1：おおむねOK。観点が明確でいい。

Q2：おおむねOK。ただ課題がDX推進上の課題ではなくDX推進によって解決できる課題っぽい。

Q3：おおむねOK。

Q4：OK。

65～70%くらい取れていると思われる。

問題番号	I-1
------	-----

選択科目	都市及び地方計画
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	<u>DXの推進に係る課題</u>
(1)	<u>建設業界の意識改革、人材育成、組織構造改革</u>
	建設DXを推進する上で、既存事業を効率的に運用するために最適化された組織構造や長年の慣習で硬直化した組織文化は、建設業が他の産業と比較してデジタル化が進まない要因の一つである。
	<u>人材面の観点から</u> 、業務プロセスの変革を図るDXを推進するため、建設業界の意識改革、人材育成、組織構造改革が課題である。
(2)	<u>インフラ関連データの横断的活用</u>
	社会インフラの官民が保有する国土、経済活動、自然現象といった関連データは、社会の共有財産といえるものの、分野限定で横断的な利活用が図られていない。
	<u>情報技術の観点から</u> 、安全・安心の生活実現や経済活動を図るため、官民を超えてインフラ関連データの利活用が課題である。
(3)	<u>DXによる業務・サービスの高度化</u>
	建設現場の多くは、人手を多用する労働集約型生産や事後保全型管理等の体制により、危険作業や苦渋作業等もある中、生産性が低い状態が継続し、担い手も不足している状況である。
	<u>効率化の観点から</u> 、担い手不足を上回る生産性向上を図るため、DXによる業務・サービスの高度化が課題である。

●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

○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

中長期的な担い手の確保や働き方改革を進める状況でDXを推進するには、生産性の向上を図ることが最も有効であると判断したため、DXによる業務・サービスの高度化を最も重要な課題として取り上げる。

(1) 行政手続きのデジタル化

インフラの各種手続申請は、対面規制で書類の作成等で多くの時間と労力を必要とするため、行政手続のデジタル化を進め、業務の効率化を図る。

例えば、一元的なWEBシステムにより24時間365日手続を可能とし、また行政手続をワンストップ化で、事業者の負担軽減や行政手続の効率化・コスト縮減が期待できる。

(2) 情報の高度化とその活用

関係者間で、正確でリアルな情報共有を3次元データ(BIM/CIM)やVR、Web会議で行い、コミュニケーションの円滑化により、建設現場の生産性向上を図る。

例えば、国土交通データプラットフォームと連携し、その業務のみならず、周辺の地上・地中の様々なデータを共有することで、効率的な業務遂行が可能となる。

(3) 現場作業の遠隔化・自動化・自律化

建設現場の各種作業に対する遠隔化・自動化・自律化技術の一層の開発・社会実装を推進する。

例えば、施工現場でAI活用による建設機械の自動、

○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。）

自	律	施	工	や	5	G	を	活	用	し	た	出	来	形	・	品	質	検	査	等	も	自	動	
化	・	遠	隔	化	を	進	め	、	建	設	従	事	者	の	負	担	軽	減	や	従	事	時	間	
の	短	縮	を	図	る	。																		
<u>3 . 波及効果と懸念事項</u>																								
	建	設	D	X	の	推	進	に	よ	り	、	建	設	業	界	の	魅	力	が	高	ま	り	、	
若	手	入	職	者	の	増	加	等	、	担	い	手	の	確	保	の	効	果	が	あ	る	。		
	一	方	で	、	新	技	術	導	入	と	規	制	基	準	と	の	相	反	や	、	膨	大	な	
デ	ー	タ	の	品	質	確	保	、	自	治	体	ご	と	の	デ	ジ	タ	ル	デ	ー	タ	化	の	
ば	ら	つ	き	が	あ	る	。	こ	の	た	め	、	ト	ラ	イ	ア	ル	的	な	取	組	を	通	
じ	た	規	制	基	準	の	見	直	し	や	、	連	携	対	象	デ	ー	タ	の	利	活	用	ル	
ー	ル	、	全	国	一	斉	の	デ	ジ	タ	ル	デ	ー	タ	化	に	取	り	組	む	。			
<u>4 . 業務遂行に必要な要件</u>																								
<u>① 公共の安全性（技術者倫理）</u>																								
	業	務	に	当	た	っ	て	は	、	ハ	ッ	キ	ン	グ	等	に	対	応	す	る	た	め	に	
セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	強	化	に	よ	っ	て	、	安	全	面	で	最	適	な	シ	ス	テ	
ム	プ	ラ	ン	を	多	少	コ	ス	ト	が	か	か	っ	て	も	優	先	す	る	な	ど	、	常	
に	公	共	の	安	全	を	最	優	先	に	遂	行	す	る	。									
<u>② 住み続けられるまちづくり（環境）</u>																								
	社	会	の	持	続	可	能	性	の	観	点	か	ら	、	C	O	2	排	出	量	が	少	な	い
建	設	機	械	の	採	用	や	、	B	I	M	の	デ	ー	タ	の	活	用	に	よ	り	施	工	前
に	脱	炭	素	施	策	を	検	討	す	る	な	ど	、	環	境	負	荷	の	軽	減	を	念	頭	
に	取	り	組	む	。																			
																							以	
																							上	

○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。)

ン	セ	ン	テ	ィ	ブ	の	拡	大	等	に	よ	る	D	X	導	入	に	お	け	る	費	用	負	
担	の	軽	減	が	課	題	と	な	る	。														
<u>(2) 最 も 重 要 と 考 え る 課 題 と 解 決 策</u>																								
	D	X	の	推	進	に	当	た	り	、	早	期	着	手	で	き	な	い	こ	と	に	は	、	
さ	ら	な	る	導	入	が	推	進	さ	れ	な	い	こ	と	か	ら	、	①	既	存	D	X	技	
術	に	お	け	る	機	能	向	上	が	最	重	要	課	題	で	あ	る	。						
<u>① 全 天 候 型 ド ロ ー ン の 導 入</u>																								
	建	設	分	野	の	各	プ	ロ	セ	ス	に	て	活	用	さ	れ	て	い	る	ド	ロ	ー	ン	
は	、	移	動	に	お	け	る	時	間	短	縮	と	し	て	効	果	的	で	あ	る	。	し	か	
し	、	雨	天	時	や	強	風	時	に	お	い	て	飛	行	が	不	可	と	な	る	こ	と	か	
ら	、	天	候	が	回	復	す	る	ま	で	待	つ	必	要	が	生	じ	、	作	業	に	取	り	
掛	か	る	こ	と	が	で	き	な	い	。														
	し	た	が	っ	て	、	全	天	候	型	ド	ロ	ー	ン	の	導	入	す	る	こ	と	に	よ	
り	、	既	存	D	X	技	術	に	お	け	る	機	能	向	上	を	図	る	。	具	体	的	に	
は	、	降	雨	対	応	は	機	体	や	カ	メ	ラ	を	防	水	型	に	す	る	。	ま	た	、	
強	風	対	応	は	機	体	の	大	型	化	や	プ	ロ	ペ	ラ	の	数	を	増	や	す	。		
<u>② 重 機 に お け る 無 人 化 施 工 の 導 入</u>																								
	多	く	の	現	場	で	導	入	さ	れ	て	い	る	I	C	T	重	機	は	、	マ	シ	ン	コ
ン	ト	ロ	ー	ル	・	ガ	イ	ダ	ン	ス	に	よ	り	丁	張	等	の	作	業	を	軽	減	で	
き	る	。	し	か	し	、	被	災	箇	所	の	地	盤	や	法	面	は	不	安	定	で	あ	る	
が	ゆ	え	着	手	前	の	安	全	対	策	等	に	時	間	を	必	要	と	す	る	こ	と	か	
ら	、	早	期	の	復	旧	・	復	興	は	困	難	で	あ	る	。								
	し	た	が	っ	て	、	重	機	に	お	け	る	無	人	化	施	工	を	導	入	す	る	こ	
と	で	、	既	存	D	X	技	術	に	お	け	る	機	能	向	上	を	図	る	。	具	体	的	
に	は	、	現	場	と	離	れ	た	安	全	箇	所	か	ら	コ	ン	ト	ロ	ー	ラ	ー	を	用	

○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。)

いた 5G 技術 による 遠隔 操作 行う。

(3) 解決策に生じる波及効果と懸念事項の対応策

① 波及効果 : 上記により、既存 DX 技術における機能向上が可能となり、DX のさらなる推進が図れる。これにより、早期着手することが可能となり、長時間労働が解消されることで担い手が確保することにつながる波及効果が生じる。

② 新たに生じうるリスク : DX 技術の推進により、従来技術よりさらに体系的な作業が省略されることで、作業員の技術力の低下が懸念される。

③ 対応策 : 体系的な作業に特化する OJT や OFF-JT を組み合わせることや各種協会等による研修の参加を促す。また、簡易な工事・業務においては従来技術を用いることで、技術力の維持・強化を図る。

(4) 業務遂行に当たり必要となる要件

① 技術者倫理

DX を推進するに当たり、公益の確保を最優先とする。住民の安全という公益より経済性を優先するため、測量データ改ざん等が行われないよう、継続した研鑽を通じて高い倫理観を醸成させる。

② 社会の持続性

DX を推進するに当たり、環境の保全を最優先とする。建設機械は排気ガス対策型やハイブリッド型を、機器類は耐久性に優れたものを選定することで、環境への負荷軽減を図る。以上

Q1 : おおむねOK。技術・制度・人材でバランスよい。
 Q2 : ちょっと数が置く内容が薄いけど妥当な内容。
 Q3 : おおむねOKだが3つもいらぬ。1つにして内容を濃くした方がよい。
 Q4 : 倫理の観点だけになっている。ここは評価低いと思われる。
 全体 : 65~70%と思われる。Q4を厳しく見れば65%くらい。

受験番号							
問題番号	I-1						

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	施工マネジメント及び積算

※

○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)	D X 推 進 に あ た っ て の 課 題
(1)	— 1 課 題 : 技 術 開 発
(1)	— 1 — 1 観 点
D X 推 進 に あ た っ て は 、 情 報 通 信 技 術 に つ い て 、 ハ	
ー ド 面 、 ソ フ ト 面 両 方 の 整 備 が 必 要 と な る 。	
(1)	— 1 — 2 課 題 の 内 容
現 状 に お い て は 、 D X の 取 組 の 代 表 で あ る C I M を 例	
に す る と 、 以 下 の 課 題 が あ る 。	
・ フ ェ ー ズ 間 の や り 取 り に 難 が あ る 。	
・ ソ フ ト ウ ェ ア 同 士 の 互 換 性 が 不 十 分 で あ る 。	
・ 設 計 ・ 施 工 ・ 維 持 管 理 の 全 体 サ イ ク ル が 不 十 分 。	
・ デ ー タ の 処 理 速 度 が 不 十 分 。	
(1)	— 2 課 題 : 制 度 構 築
(1)	— 2 — 1 観 点
D X の 取 組 を 進 め る に あ た っ て は 、 あ ら か じ め 組 織	
に お け る ル ー ル 作 り が 必 要 で あ る 。	
(1)	— 2 — 2 課 題 の 内 容
D X の 取 り 組 み は 始 ま っ た ば か り で あ り 、 現 時 点 に	
お い て は ル ー ル と な る 制 度 が 構 築 さ れ て い な い 。	
(1)	— 3 課 題 : 人 材 育 成
(1)	— 3 — 1 観 点
D X の 推 進 に あ た っ て は 、 組 織 の 人 員 そ れ ぞ れ が D X	
に 関 す る 知 識 や 経 験 を 有 し て い る こ と が 必 要 で あ る 。	
(1)	— 3 — 2 課 題 の 内 容
現 時 点 で は D X の 取 り 組 み に 対 し 十 分 に 知 識 を 持 っ	

●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 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。)

人	員	が	質	・	量	と	も	に	不	足	し	て	い	る	。									
(	2	)	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	と	複	数	の	解	決	策				
(	2	)	一	1	課	題	:	技	術	開	発												
課	題	の	中	で	私	が	最	も	重	要	と	考	え	る	の	は	「	技	術	開	発	」		
で	あ	り	、	以	下	の	解	決	策	が	挙	げ	ら	れ	る	。								
(	2	)	一	2	一	1	解	決	策	1													
フ	ェ	ー	ズ	間	の	や	り	取	り	に	難	が	あ	る	こ	と	へ	の	対	策	と	し		
て	、	設	計	・	施	工	へ	の	受	け	渡	し	フ	ォ	ー	マ	ツ	ト	を	標	準	仕	様	
と	し	て	統	一	す	る	こ	と	が	解	決	策	と	し	て	挙	げ	ら	れ	る	。			
(	2	)	一	2	一	2	解	決	策	2													
ソ	フ	ト	ウ	ェ	ア	同	士	の	互	換	性	の	確	保	に	つ	い	て	は	、	メ	ー		
カ	ー	の	連	携	に	よ	り	、	デ	ー	タ	受	け	渡	し	が	可	能	に	な	る	よ	う	
に	標	準	仕	様	を	定	め	る	。															
(	2	)	一	2	一	3	解	決	策														
設	計	・	施	工	・	維	持	管	理	の	連	携	を	深	め	ら	れ	る	よ	う	全	体		
サ	イ	ク	ル	を	構	築	し	シ	ー	ム	レ	ス	化	を	図	る	。	ま	た	、	サ	ー	バ	
ー	に	お	け	る	デ	ー	タ	の	転	送	速	度	を	向	上	さ	せ	、	ス	ム	ー	ズ	な	
デ	ー	タ	連	携	体	制	を	構	築	す	る	。												
(	2	)	一	2	一	4	解	決	策														
デ	ー	タ	の	処	理	速	度	を	向	上	さ	せ	る	た	め	、	ハ	イ	ス	ペ	ッ	ク		
な	コ	ン	ピ	ュ	ー	タ	を	導	入	す	る	。												
(	3	)	波	及	効	果	と	懸	念	事	項	へ	の	対	応	策							
(	3	)	一	1	一	1	波	及	効	果	:	生	産	性	向	上							
解	決	策	に	取	組	む	結	果	、	業	界	全	体	の	生	産	性	が	向	上	す	る	。	
(	3	)	一	1	一	2	懸	念	点														

●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 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。)

生産性向上の結果、従来の技術が失われ、技術力が
低下する分野が発生する。
(3) — 1 — 3 対応策
生産性向上に取り組むつつも、技術の伝承を踏まえ
従来型の技術についても学ぶ機会を設ける。
(3) — 2 — 1 波及効果：監督員の負担軽減
現地監督業務が減少し監督員の負担軽減が実現する。
(3) — 2 — 2 懸念点
現地に赴かないことで現場でしかわからない事態が
判らないまま監督することとなる。
(3) — 2 — 2 対応策
監督業務を主に遠隔現場で実施する場合であっても、
必ず現地で監督する機会を設ける。
(3) — 3 — 1 波及効果：維持の効率化
デジタル化されることにより、現地での気づきを記
したメモ等、手書きの情報が伝承されなくなる。
(3) — 2 — 2 対応策
ナレッジマネジメントを導入する。
(4) 要点・留意点
(4) — 1 要点：
技術者が高い倫理観をもち社会持続的発展に貢献す
る技術力を身に着ける必要がある。
(4) — 2 留意点：
制度設計にあたってはDX推進邁進のため、不正へ
の備えが不十分になるため注意が必要。

●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

I-2 世界の地球温暖化対策目標であるパリ協定の目標を達成するため、日本政府は令和2年10月に、2050年カーボンニュートラルを目指すことを宣言し、新たな削減目標を達成する道筋として、令和3年10月に地球温暖化対策計画を改訂した。また、国土交通省においては、グリーン社会の実現に向けた「国土交通グリーンチャレンジ」を公表するとともに、「国土交通省環境行動計画」を令和3年12月に改定した。

このように、2050年カーボンニュートラル実現のための取組が加速化している状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 建設分野におけるCO₂排出量削減及びCO₂吸収量増加のための取組を実施するに当たり、技術者としての立場で多面的な観点から3つの課題を抽出し、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述べよ。
- (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点・留意点を述べよ。

●問題のポイント

- ・「CO₂排出量削減及びCO₂吸収量増加のための取組を実施するに当たり」とあるので、CO₂排出削減・吸収増加によって解決される課題ではなく、こういった取組みをしようとしたときにハードルとなるものをいかに乗り越えるかという課題をあげなければならない。したがって、建設分野のどこでCO₂排出が特に多いか考えて、その排出をいかに減らすかとか、排出削減や吸収増加をしようとしたときにどのようなハードルがあるか、どうすれば排出削減や吸収増加ができるかを考えるとよいことになる。
- ・「排出量削減および吸収量増加」なので、排出量削減ばかり書くのではなく、吸収量増加についてもあげるべきである。
- ・「国土交通グリーンチャレンジ」が例示されているので、経済成長とCO₂削減を両立させる取組みをあげることが望まれる。
- ・設問3は「すべての解決策を実行しても新たに生じうるリスク」とあるため、解決策実行後に発生するリスクをあげなければならない。たとえば「中小企業は初期投資がなかなかできない」などといった、解決策を実行しようとしたときにハードルとなるものは解決策実行前のリスクだから、こういったものをあげてはいけない。

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	Ⅱ I-2 建設分野脱炭素	選択科目	土質及び基礎	科目
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項	土質調査	

○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) 建設分野における CO ₂ 排出削減・吸収の課題									
1) 脱炭素化に資するインフラ整備									
我が国は 2050 年カーボンニュートラル実現のため									
2030 年 CO ₂ 排出 46% 減を目標としている。									
この目標に建設分野として貢献する観点から、脱炭									
素化に必要な資源の輸入施設の整備や都市の脱炭素化									
を行うためのインフラ整備を行うことが課題である。									
2) DX を活用した建設分野の脱炭素化									
建設現場ではコンクリートの生産や建設機械の運転、									
資材の運搬等で CO ₂ を排出している。また、調査、設									
計、施工管理では、オフィスの電気や協議、検査等に									
おける車両移動により CO ₂ を排出している。									
これらの CO ₂ 排出削減には DX が有効であり、CO ₂ 吸									
収コンクリートやリモート打合せ等を活用し CO ₂ 排出									
削減を行うことが課題である。									
3) グリーンファイナンス									
新型コロナウイルス対応の支出増加や人の移動の減									
少により我が国の自治体や企業は大きなダメージを受									
けた。このため、脱炭素のための都市の環境整備や									
CO ₂ 排出の少ない鉄道整備等のグリーンプロジェクト									
の資金が不足している									
投資の観点からグリーンファイナンス（ボンド、ロ									
ーン）の推進が課題である。									

●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

受験番号		技術部門	建設	部門
問題番号	R4 I-2 建設分野脱炭素	選択科目	土質及び基礎	科目
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中	専門とする事項	土質調査	

○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) 脱炭素化に資するインフラ整備の解決策																								
我が国の脱炭素施策に建設分野として貢献すること																								
が重要であることから1)の解決策を述べる																								
1) カーボンニュートラルポート (CNP)																								
CO ₂ 排出量の多い火力発電をゼロエミッション火力																								
発電に転換するために必要な水素、アンモニアの輸入																								
施設を整備する。																								
港湾施設のカーボンニュートラルのため太陽光パネ																								
ルの設置や海草のCO ₂ 吸収を活用したブルーカーボン																								
の取り組みを行う。																								
2) 都市の脱炭素化																								
CO ₂ 排出の多いマイカー利用を削減するためコンパ																								
クト+ネットワークを推進する。具体的には自転車利																								
用やグリーンスローモビリティのための道路空間の再																								
配分や都市内、都市間の鉄道の整備・充実を行う。																								
3) 物流の脱炭素化																								
ETC2.0のデータの活用等によるポイント渋滞																								
対策やダブル連結トラックの環境整備によりトラック																								
輸送のCO ₂ 排出削減を行う																								
CO ₂ 排出の少ない鉄道貨物の路線、物流拠点の整備																								
を行う。																								

●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

Q1：やや道路科目に偏りがちだがおおむねOK。
 Q2：おおむねOK。
 Q3：解決策実行後とは言い切れないようにも思うがひとまずOK。
 Q4：おおむねOK。
 65%くらいは取れていると思われる。

受験番号	
問題番号	I-2

選択科目	道路
専門とする事項	道路管理

※

○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	<u>脱炭素社会実現に向けた多面的課題</u>																																																																																																															
(1)	<u>通行車両から排出されるCO₂の削減</u>																																																																																																															
	2018年	における	日本の	CO ₂	排出量	は、	運輸部	門が	18%	を占め、	そのうち	9割	が自動車	に起因	して	いる。	このため、	輸送の	効率化、	次世代	自動車の	利用	を通	してガソ	リン消	費の低	減を	図る	ため、	車両	走行	の	観	点	か	ら、	CO ₂	の	車	両	排	出	量	を	削	減	す	る	こ	と	が	課	題	と	な	る。																																																								
(2)	<u>道路整備・管理におけるエネルギー消費の抑制</u>																																																																																																															
	現場	内	重機	や	生	コン	製	造	等	の	道	路	整	備	中	と	照	明	等	の	道	路	管	理	に	よ	り	運	輸	部	門	の	約	1	割	の	CO ₂	が	排	出	さ	れ	て	い	る。	建	設	機	械	の	燃	費	向	上、	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	活	用	な	ど、	建	設	現	場	の	効	率	化	の	観	点	か	ら、	道	路	整	備	・	管	理	に	お	け	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	を	抑	制	す	る	こ	と	が	課	題	で	あ	る。
(3)	<u>グリーンインフラによるCO₂吸収</u>																																																																																																															
	樹	木	に	は	光	合	成	に	よ	り	大	気	中	の	CO ₂	を	吸	収	す	る	働	き	が	あ	る。	CO ₂	の	発	生	源	に	近	い	道	路	近	辺	の	緑	化	や	建	物	壁	面	の	緑	化	等	に	よ	り、	い	か	に	効	果	的	な	吸	収	を	継	続	的	に	行	う	こ	と	が	一	層	重	要	と	な	る。	緑	化	推	進	の	観	点	か	ら、	グ	リ	ー	ン	イ	ン	フ	ラ	に	よ	る	CO ₂	吸	収	が	求	め	ら	れ	る。					
2	<u>最も重要と考える課題</u>																																																																																																															
	運	輸	部	門	の	大	半	を	占	め	る	通	行	車	両	の	CO ₂	排	出	削	減	が	脱	炭	素	社	会	の	実	現	に	大	き	な	効	果	を	も	た	ら	す	こ	と	か	ら、																																																																			
	「(1) 通行車両から排出されるCO ₂ 排出の削減」																																																																																																															

●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

○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	最	も	重	要	な	課	題	と	考	え	、	解	決	策	を	以	下	に	示	す	。			
(1)	道	路	交	通	流	の	円	滑	化													
	自	動	車	の	C	O	2	排	出	量	は	時	速	2	0	キ	ロ	か	ら	時	速	6	0	
キ	ロ	に	加	速	し	た	場	合	、	約	4	0	%	低	減	す	る	こ	と	か	ら	、	渋	
滞	解	消	に	よ	り	交	通	流	の	円	滑	化	と	速	達	性	を	図	る	。				
	環	状	道	路	整	備	や	暫	定	2	車	線	の	4	車	線	化	、	ミ	ツ	シ	ン	グ	
リ	ン	ク	を	解	消	し	た	道	路	ネ	ッ	ト	ワ	一	ク	網	の	構	築	に	よ	り	、	
ガ	ソ	リ	ン	消	費	の	少	な	い	高	規	格	幹	線	道	路	の	利	用	を	促	進	さ	
せ	る	。	大	量	の	自	動	車	交	通	処	理	が	可	能	な	道	路	利	用	の	促	進	
は	、	一	般	道	へ	の	流	入	交	通	量	の	減	少	に	も	つ	な	が	り	、	渋	滞	
抑	制	に	加	え	て	交	通	事	故	の	減	少	が	図	ら	れ	る	。						
(2)	公	共	交	通	及	び	自	転	車	の	利	用	促	進								
	自	動	車	の	C	O	2	排	出	量	の	5	割	強	を	占	め	る	自	家	用	乗	用	
車	量	の	利	用	を	抑	制	す	る	た	め	、	自	家	用	車	か	ら	公	共	交	通	や	
自	転	車	へ	利	用	転	換	す	る	。														
	交	通	結	節	点	整	備	に	よ	る	シ	ー	ム	レ	ス	な	乗	換	支	援	、	道	路	
空	間	の	再	配	分	に	よ	る	定	時	性	・	速	達	性	を	備	え	た	B	R	T	レ	
一	ン	の	導	入	等	の	取	組	に	よ	り	公	共	交	通	の	利	便	を	促	進	す	る	。
加	え	て	、	歩	行	者	と	分	離	し	た	自	転	車	走	行	空	間	の	整	備	や	シ	
ェ	ア	サ	イ	ク	ル	・	駐	輪	場	整	備	に	よ	り	利	用	環	境	を	改	善	す	る	。
(3)	次	世	代	自	動	車	の	普	及	に	向	け	た	充	電	施	設	の	整	備		
	乗	用	車	新	車	販	売	に	占	め	る	次	世	代	自	動	車	の	割	合	は	約	4	
割	で	あ	り	、	今	後	、	大	量	普	及	の	た	め	、	外	部	電	源	に	よ	り	車	
載	バ	ッ	テ	リ	ー	を	充	電	す	る	施	設	整	備	を	充	実	さ	せ	る	。			
	移	動	中	に	利	用	可	能	な	充	電	ス	タ	ン	ド	を	S	A	/	P	A	や	道	

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。)

の	駅	の	駐	車	場	に	設	置	す	る	と	共	に	、	充	電	が	困	難	な	自	動	車	
専	用	道	路	に	お	い	て	、	充	電	施	設	へ	の	案	内	を	促	す	サ	イ	ン	を	
整	備	す	る	。	C	0	2	排	出	削	減	効	果	の	ほ	か	、	災	害	時	に	は	非	
常	用	電	源	と	し	て	も	活	用	で	き	る	。											
3		新	た	な	リ	ス	ク	と	解	決	策													
	脱	炭	素	社	会	の	実	現	は	、	地	球	規	模	の	取	組	み	が	必	要	で	あ	
り	、	対	策	を	実	施	し	て	も	効	果	を	実	感	し	に	く	く	、	効	果	が	発	
現	す	る	ま	で	時	間	と	多	額	の	費	用	を	要	す	る	こ	と	か	ら	、	市	民	
の	理	解	を	得	ら	れ	な	い	リ	ス	ク	が	あ	る	。	対	策	と	し	て	、			
C	0	2	削	減	効	果	の	他	に	地	域	活	性	化	や	生	産	性	向	上	効	果	等	
の	ス	ト	ック	効	果	を	発	現	で	き	る	整	備	を	実	施	し	、	整	備	効	果		
を	定	量	的	な	デ	ー	タ	を	用	い	て	示	し	合	意	形	成	を	図	る	。			
4		業	務	遂	行	に	当	た	り	必	要	な	要	件										
(1)	技	術	者	倫	理	の	観	点	か	ら	の	要	件									
	技	術	者	に	必	要	な	要	件	は	、	常	に	公	益	を	確	保	す	る	と	い	う	
倫	理	観	を	持	ち	、	安	全	安	心	な	社	会	資	本	を	構	築	す	る	こ	と	で	
あ	る	。	ま	た	、	留	意	点	は	、	市	民	や	利	用	者	の	視	点	に	立	っ	た	
業	務	の	遂	行	を	心	が	け	、	業	務	に	関	す	る	説	明	責	任	の	履	行	と	
合	意	形	成	を	図	る	こ	と	で	あ	る	。												
(2)	社	会	の	持	続	可	能	性	の	観	点	か	ら	の	要	件						
	技	術	者	に	必	要	な	要	件	は	、	地	球	環	境	の	保	全	、	次	世	代	に	
渡	る	社	会	の	持	続	性	の	確	保	に	努	め	る	こ	と	で	あ	る	。	ま	た	、	
留	意	点	は	、	最	新	技	術	や	知	見	を	総	動	員	し	て	、	社	会	資	本	に	
関	す	る	あ	ら	ゆ	る	取	組	に	お	い	て	、	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	
の	取	組	を	継	続	し	、	業	務	を	遂	行	す	る	こ	と	で	あ	る	。			以	上

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号	カーボンニュートラルの実現	選択科目	科目
答案使用枚数	枚目 枚中	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。

考	え	る	。																
<u>2. 最も重要な課題と解決策</u>																			
既存施設が使用でき、汎用性が高く、環境への負荷が少ないので、インフラを活用した再生可能エネルギーの利活用が最も重要な課題と考える。																			
<u>2. 1 解決策</u>																			
<u>2. 1. 1 既存ダムの高高度利用等</u>																			
インフラを活用した再生可能エネルギーの創出では、既存施設の活用が可能な既存ダムの高高度利用や砂防施設や上水道施設の活用が重要である。																			
具体的には、水力発電を実施していない多目的ダムの水力発電の実施やダムのESCO事業による発電や維持管理費の削減、砂防施設や上水道施設の高差や水量を利用した環境配慮型の小水力発電である。																			
<u>2. 1. 2 下水道のバイオマス化</u>																			
インフラを活用した再生可能エネルギーの利活用では、廃棄物の利用による下水汚泥バイオマス化が重要である。																			
具体的には、下水汚泥の消化過程で発生するバイオガスによる発電や、脱水汚泥の低温炭化による固形燃料化などが必要である。																			
<u>2. 1. 3 道路施設における再生エネルギーの創出と活用</u>																			
インフラを活用した再生可能エネルギーの利活用では、道路などの既存施設における再生エネルギーの創出と活用が重要である。																			

●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

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号	カーボンニュートラルの実現	選択科目	科目
答案使用枚数	枚目 枚中	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。

	具	体	的	に	は	、	道	路	空	間	の	空	き	ス	ペ	ー	ス	や	長	大	法	面	を	
	有	効	利	用	し	た	太	陽	光	発	電	施	設	の	設	置	、	発	電	し	た	電	力	の
	工	事	や	道	路	照	明	な	ど	の	維	持	管	理	へ	の	活	用	が	必	要	で	あ	る
	ま	た	、	耐	久	性	な	ど	技	術	的	課	題	を	ク	リ	ア	ー	し	た	道	路	路	面
	を	利	用	し	た	太	陽	光	発	電	の	施	行	な	ど	民	間	技	術	の	活	用	の	促
	進	が	必	要	で	あ	る	。																
	<u>2. 1. 3</u>																							
	石	炭	港	か	ら	水	素	や	ア	ン	モ	ニ	ア	の	大	量	輸	入	や	貯	蔵	の	で	
	き	る	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	ポ	ー	ト	の	形	成	が	重	要	で	あ	る
		具	体	的	に	は	、	洋	上	風	力	発	電	の	建	設	及	び	維	持	管	理	の	拠
	点	と	な	る	港	湾	の	指	定	と	改	良	が	必	要	で	あ	る	。					
	<u>3. 新</u>																							
	リ	ス	ク	は	高	い	設	備	投	資	と	継	続	的	な	維	持	管	理	費	の	発	生	
	で	あ	る	。	対	策	と	し	て	、	設	備	導	入	の	際	の	資	金	助	成	や	ラ	イ
	フ	サ	イ	ク	ル	コ	ス	ト	算	定	、	設	備	導	入	に	向	け	た	研	修	会	の	開
	催	も	必	要	で	あ	る	。																
	<u>4. 技</u>																							
	技	術	者	倫	理	で	は	、	脱	炭	素	の	推	進	に	よ	る	社	会	的	影	響	が	
	避	け	ら	れ	な	い	の	で	、	公	益	の	確	保	が	必	要	要	件	で	あ	る	。	
	<u>4. 1</u>																							
	社	会	の	持	続	可	能	性	で	は	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	供	給	の	リ	ダ	ン	ダ	
	ン	シ	ー	の	確	保	で	あ	る	。	ま	た	、	汎	用	性	の	高	い	設	計	や	ラ	イ
	フ	サ	イ	ク	ル	ア	セ	ス	メ	ン	ト	の	導	入	、	SDGs	の	「	エ	ネ	ル	ギ	ー	
	一	を	み	ん	な	に	、	そ	し	て	ク	リ	ー	ン	に	」	な	ど	将	来	を	担	う	子
	供	へ	の	教	育	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

2022 年度技術士第二次試験 答案用紙

受験番号							
問題番号	I - 2 CO ₂ 排出量削減とCO ₂ 吸収量増加						

技術部門	建設部門
選択科目	土質及び基礎
専門とする事項	建築物の基礎及び山留めの施工

※

○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。)

<u>(1) C O 2 排 出 量 削 減 と C O 2 吸 収 量 増 加 の 課 題</u>																								
課題① <u>環境にやさしい集約型のまちづくり</u>																								
地域は拡散型都市構造の中で人口減少により施設配置や公共交通・生活サービスが利用者ニーズに適合しておらず移動手段は化石燃料の車に依存している。また、電力供給は化石燃料を燃やす火力式のオフサイト発電が主流であり長距離送電網での電力ロスが大きい。そのためCO ₂ 排出量削減を阻んでいる。さらに、都市緑化や海の藻場の整備が遅れればCO ₂ 吸収量増加の支障になる。したがって <u>技術面の観点から</u> 、集約型都市による化石燃料からの脱却と省エネ・創エネ等や都市緑化、藻場の整備促進が課題である。																								
課題② <u>資金調達制度によるCO₂吸収量増加の促進</u>																								
長野県ではCO ₂ 吸収量増加機能を持つ森林整備を進めておりその財源が必要になる。一方、人口減少・高齢化の影響で税収の減少と社会保障費の増大により財源の確保は難しい。したがって <u>財源面の観点から</u> 、グリーンボンドやE G S投資等の活用が課題である。																								
課題③ <u>技術力や人材育成によるCO₂排出量削減</u>																								
L C C M住宅の建築には省エネルギー技術の習得が必要となる。一方、中小工務店には省エネルギー技術が浸透しておらず住宅のCO ₂ 排出量削減を阻んでいる。したがって <u>人材の観点から</u> 、官民連携の技術講習会の受講による技術力の向上や人材育成が課題である。																								
<u>(2) 最 重 要 と 考 え る 課 題 1 つ と 複 数 の 解 決 策</u>																								

Q1：おおむねOK。特に②が良い。
 Q2：低炭素都市づくりの内容に沿っていてGood。
 Q3：おおむねOK。AI判断と専門技術者知見を並列させることによるリスク低減は特に良い。
 Q4：順当な内容で具体性もあってOK。
 70%以上取れていると思う。見本になる答案。

○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。）

最	重	要	課	題	:	上	述	の	課	題	①	を	挙	げ	る	。	課	題	遂	行	の	た	め	、
集	約	型	の	都	市	と	建	物	の	省	エ	ネ	・	創	エ	ネ	・	電	力	供	給	効	率	
化	や	都	市	緑	化	・	藻	場	の	整	備	を	進	め	る	解	決	策	を	示	す	。		
解	決	策	①	ス	マ	ー	ト	シ	テ	イ	や	次	世	代	モ	ビ	リ	テ	イ	の	推	進		
	例	え	ば	、	コ	ン	パ	ク	ト	・	プ	ラ	ス	・	ネ	ッ	ト	ワ	一	ク	の	取	組	
み	を	前	提	と	し	て	I	C	T	・	I	O	T	・	A	I	技	術	を	活	用	し	た	
ス	マ	ー	ト	シ	テ	イ	を	推	進	す	る	。	具	体	的	に	は	、	国	土	交	通	デ	
一	タ	プ	ラ	ッ	ト	フ	ォ	ー	ム	上	で	、	国	土	・	経	済	活	動	・	気	象	デ	
一	タ	を	重	ね	て	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	し	て	施	設	立	地	や	交	通	等	
の	サ	ー	ビ	ス	を	最	適	化	す	る	。	ま	た	、	移	動	は	L	R	T	・	グ	リ	
一	ン	ス	ロ	ー	モ	ビ	リ	テ	ィ	・	E	V	等	を	導	入	し	、	サ	ー	ビ	ス	は	
検	索	、	予	約	・	決	済	が	同	時	に	で	き	る	M	a	a	S	を	推	進	す	る	。
解	決	策	②	省	エ	ネ	・	創	エ	ネ	・	分	散	型	電	力	供	給						
	例	え	ば	、	建	物	の	省	エ	ネ	・	創	エ	ネ	化	を	図	る	た	め	に	Z	E	
H	・	Z	E	B	を	進	め	て	太	陽	光	パ	ネ	ル	の	発	電	量	を	P	L	A	T	
E	A	U	上	で	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	し	て	屋	上	に	最	適	配	置	す	る	。
ま	た	、	街	区	の	電	力	供	給	を	効	率	化	す	る	た	め	に	H	E	M	S	・	
B	E	M	S	を	進	め	て	各	建	物	の	需	要	を	観	測	し	て	設	備	機	器	を	
制	御	し	た	上	で	C	E	M	S	を	導	入	す	る	。	さ	ら	に	、	再	生	可	能	
エ	ネ	ル	ギ	ー	を	活	用	し	た	オ	ン	サ	イ	ト	式	の	分	散	型	電	力	供	給	
を	実	現	す	る	た	め	ス	マ	ー	ト	グ	リ	ッ	ド	・	V	P	P	を	導	入	す	る	。
解	決	策	③	グ	リ	ー	ン	イ	ン	フ	ラ	や	藻	場	の	整	備	促	進					
	例	え	ば	、	集	約	型	都	市	に	よ	る	ヒ	ー	ト	ア	イ	ラ	ン	ド	現	象	の	
緩	和	と	C	O	2	吸	収	量	を	増	加	す	る	た	め	に	国	土	交	通	デ	ー	タ	
プ	ラ	ッ	ト	フ	ォ	ー	ム	上	で	屋	上	緑	化	や	風	の	道	・	水	と	緑	の	ネ	

○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。）

ットワーク等のグリーンインフラの効果を検討して最適配置する。また、港湾地域においては防波堤や岸壁に藻場の成育環境を整備してブルカーボンに寄与する。

(3) 解決策の実行後に新たに生じうるリスクと対策

AIを活用した集約型の都市への転換は人間の生活にかかわるためAIの判断基準に透明性が求められる。しかし、AI特有のブラックボックス問題により不透明化を伴うリスクがある。その対応策は、AIの判断基準を透明化するために、AIの仕事を細分化して人間が理解できる形にして、専門技術者の知見も取り入れながらリスクを低減する。

(4) 業務として遂行するに当たり必要な要点留意点

技術者倫理の観点では公共の安全確保を最優先する。例えば、集約型都市の建物の地盤調査においては、正確性（品質）とコスト・工期縮減の相反要求をされる事がある。その際は反倫理行為である、品質よりもコスト・工期を優先した調査データ改ざんはしない。そのためには、組織構成員への倫理教育の徹底と改ざん防止システムの構築が有効と考える。社会の持続性の観点では環境の保全を最重要視する。例えば、集約型都市の道路橋の整備は、計画・設計、施工、共用・管理、廃止・除却のLCAを検討して、省CO₂材料、構造物の長寿命化、省エネ施工、サービスの省エネ化、質を重視した建設リサイクルの推進により、LC全体で脱炭素化を図り環境の保全に努める。

令和2年 筆記試験の復元

Q1：グリーン社会を前面に出して良い。
Q2：おおむねOK。
Q3：おおむねOK。
Q4：ちょっと簡単すぎるがひとまずOK。
70%くらい取れている感触。

○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) CO₂ 排出量削減及び CO₂ 吸収量増加のための取組を実施する上での課題を以下に示す。

1. グリーン社会の実現（政策面の観点）

2050年カーボンニュートラルや脱炭素社会の実現を目指すことを宣言している。これらの実現や気候危機に対応するために、いかにグリーン社会を実現するかが課題である。

2. 人材確保（人材の観点）

人口減少や少子高齢化により、人出不足が問題となっている。このように労働力が減少している状況においても、CO₂の排出量削減及吸収量増加に取り組む必要がある。そこで、ICT等の新技術活用により生産性を向上させ、労働時間を減少させるといった処遇改善を行うことで人材を確保する必要がある。

3. 官民連携の強化（財政面の観点）

CO₂ 排出量削減及び CO₂ 吸収量増加を実現するために様々な取組みを推進するには、新規投資や既存施設の整備が必要である。しかしながら、特に人口減少が顕著な地方自治体では財政状況が厳しい状況である。そこで、官民連携プラットフォームやPPP/PFIの活用等により、限られた財政の中で持続可能な社会実現に向けた取組みを推進する必要がある。

(2) 最重要課題と解決策

CO₂ の排出量削減及び吸収量増加には、国を挙げて長期的かつ継続的に取り組む必要があり、そのために

○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。)

は環境に配慮した政策を推進する必要があると考えるため、1. グリーン社会の実現が最重要課題と考える。

解決策① 脱炭素社会の形成

・交通・物流分野における脱炭素化
次世代モビリティの普及、LRT等CO2排出の少ない輸送システムの導入等による公共交通機関等の利用促進、物流のグリーン化等を推進し、脱炭素化を図る。

・港湾分野における脱炭素化
洋上風力発電やブルーカーボンの活用といった脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化等を通じて「カーボンニュートラルポート(CNP)」の形成を推進する。

解決策② 気候変動適応社会の形成

・気候・気象の監視と情報提供の体制整備
気象衛星等による気候・気象の監視情報や精度を向上させた予測技術による集中豪雨の情報や災害発生の危険度を提供する。

・流域治水の推進
集水域と河川域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域としてとらえ、その流域の関係者により、ハード・ソフトの両面から流域全体で治水対策に取り組む。

解決策③ 自然共生社会の形成

・グリーンインフラの推進
グリーンインフラ官民連携プラットフォームの活動拡大等を通じ、自然環境が有する多様な機能を活用したグリーンインフラ社会の実装を推進する。

○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。)

解決策 ④ 循環型社会の形成

・ 下水道資源の有効活用

下水汚泥をエネルギーや肥料として再生利用することを推進する。また、下水熱活用のための環境整備を行い、下水熱の利用を促進する。

・ 建設リサイクルの推進

建設廃棄物のリサイクル率が約97%に達したため、今後は質を重視した建設リサイクルを推進する。

(3) 新たに生じうるリスクおよびその対応策を以下に示す。

新たに生じうるリスク：グリーン社会の実現によって環境保全を優先した規制や施策が実施されることが想定される。その結果、既存産業や事業で新たな開発や投資が自由に行うことができず、それらの発展を阻害する恐れがある。

その対応策：規制や施策を実行する際には、それらのメリットやデメリットを整理し、実行による影響を検討する。そして、関係省庁、地方公共団体、民間業者等と連携・協働し、適切な規制や施策を選択する。

(4) 地球環境の保全が強く求められた場合においても、常に公益の確保を最優先として業務に取り組む。また、環境の保全に配慮した措置だけでなく、インフラを安全・安心して利用し続けられるように維持管理を行い、生活サービスを提供し続けられるような対策を検討するといった観点を持つことが必要な要件である。

Q1：排出削減と吸収にまたがった妥当な内容。
 Q2：おおむねOK。
 Q3：解決策実行後の残留リスク。OK。
 Q4：OK。
 順当な内容で70%程度以上取れていると思われる。

二次試験 復元解答

技術部門	建設部門		
選択科目	鋼構造及びコンクリート		
問題番号	I-2	専門とする事項	鋼構造

1	課 題																			
課 題 ①	：	自 動 車 由 来 の C O 2 排 出 量 の 削 減																		
背 景	：	戦 後 以 降 の モ ー タ リ ゼ ー シ ョ ン の 進 展 と イ ン フ																		
ラ 整 備	に よ り	移 動 の 長 距 離 化 が 進 ん だ 。																		
問 題	：	C O 2 排 出 量 の 増 加																		
観 点	：	C O 2 排 出 量 の 削 減 の 観 点																		
課 題	：	特 に 自 動 車 由 来 の C O 2 排 出 量 の 削 減 が が 課 題 で																		
あ る 。																				
課 題 ②	：	緑 地 の 増 加																		
背 景	：	観 光 地 、 都 市 部 の 進 展 に 伴 う 山 岳 等 の 緑 の 伐 開																		
問 題	：	C O 2 吸 収 源 で あ る 緑 の 減 少 → C O 2 が 吸 収 さ れ な																		
い 。																				
観 点	：	C O 2 吸 収 源 の 増 加 の 観 点																		
課 題	：	緑 地 の 増 加 が 課 題 で あ る 。																		
課 題 ③	：	取 組 に 関 す る 効 果 の 「 見 え る 化 」																		
背 景	：	C O 2 排 出 に 関 す る 取 り 組 み は 近 年 活 発 化 し て い																		
る が 、	ま だ ま だ	基 準 類 の 整 備 が 不 十 分 で あ る 。																		
問 題	：	C O 2 は 目 に 見 え な い た め 、 効 果 が わ か り に く い																		
→	む や み	に 対 策 を 実 施 す れ ば 財 政 が 圧 迫 さ れ る 。																		
観 点	：	コ ス ト 縮 減																		
課 題	：	対 策 効 果 の 「 見 え る 化 」 が 課 題 で あ る 。																		

令和4年度 技術士第二次試験 復元解答

受験番号		技術部門	建設部門
氏名		選択科目	鋼構造及びコンクリート
問題番号	I-2	専門とする事項	鋼構造

<u>2. 解決策</u>	
我が国のCO ₂ 総排出量のうち2割が運輸部門であり、そのうちの約9割が自動車由来であることから、「①自動車由来のCO ₂ 排出量の削減」を最も重要な課題と考	
える。以下に、解決策を記述する。	
<u>① 渋滞緩和</u>	
自動車からのCO ₂ 排出量は自動車の走行速度によっても大きく影響される。例えば、国土交通省の試算では20km/hで走行する車両に比べて、60km/hで走行する車両は約40%のCO ₂ 排出量が削減できるとされている。したがって、渋滞緩和の取組が重要である。具体的には、①環状道路を整備し、車両の走行速度を上げる、②交差点に右折レーンを設定して渋滞を緩和する。これらの解決策により、車両の走行性を高めることでCO ₂ 排出量の削減が実現可能となる。	
<u>② コンパクトシティの実現</u>	
自動車由来のCO ₂ 排出量を削減するためには移動の短縮化を図ることが重要である。そのためにはコンパクトシティを形成し、①都市部への生活サービスの集約、②LRTやBRTなどの公共交通の充実化と促進、③歩道の整備する。これらの解決策により、歩いて暮らせるまちづくりの実現に向けた取組を実施し、移動を最小化することでCO ₂ 排出量の削減が実現可能となる。	

令和4年度 技術士第二次試験 復元解答

受験番号		技術部門	建設部門
氏名		選択科目	鋼構造及びコンクリート
問題番号	I-2	専門とする事項	鋼構造

3	<u>リスクおよび対応策</u>	
	<p>新たに生じうるリスク：公共交通を充実させ、歩いて暮らせるまちづくりを実現してもなお、地元には愛着を持ち移住を拒む住民がいることが予想される。このため、郊外に残された社会資本インフラの維持管理が不十分となり事故に発展することが懸念事項である。対応策として、郊外の老朽インフラについて、重要度や使用頻度に応じた選択的な維持管理を実施していくことが重要である。</p>	
4	<u>要点・留意点</u>	
	<u>技術者倫理の観点</u>	
	<p>カーボンニュートラルの実現に当たり、環境面のみの利益を追求するだけでなく、公衆の安全を第一に考えて業務に取り組む姿勢が必要である。その上で、技術者として専門分野に関わらず環境への知識を深めるなど資質向上を図る姿勢が必要である。</p>	
	<u>持続可能性の観点</u>	
	<p>CO₂排出量を削減する取組を実行するに当たって、建設廃棄物が大量に発生する可能性がある。このため、廃棄物の再利用・リサイクルを行うとともに、適正処理する必要がある。これは、循環型社会の構築に向けた必要要件であり、SDGsのゴール12「つくる責任つかう責任」にもつながる。</p>	
	- 以上 -	

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門
問題番号		選択科目：
答案使用枚数	枚目 枚中	専門とする事項：

と	少	な	い	。	そ	の	た	め	、	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	導	入	拡	大	
を	行	う	。	具	体	的	に	は	、	太	陽	光	発	電	、	洋	上	風	力	発	電	の	整	
備	促	進	、	下	水	道	資	源	の	活	用	に	よ	る	バ	イ	オ	マ	ス	エ	ネ	ル	ギ	
一	の	利	用	、	そ	の	他	研	究	開	発	や	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	効	率	利	用	の	
取	組	を	進	め	る	。																		
3	．	新	た	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク	と	対	応										
(	1	)	リ	ス	ク																		
我	が	国	の	経	済	は	直	近	30	年	間	停	滞	し	て	い	る	。	環	境	へ			
の	取	組	は	重	要	で	あ	る	が	、	一	辺	倒	に	な	る	と	経	済	活	性	化	は	
見	込	め	な	い	。																			
(	2	)	対	応																			
環	境	へ	の	取	組	を	経	済	成	長	の	カ	ギ	と	す	る	「	グ	リ	ー	ン	・		
リ	カ	バ	リ	ー	方	針	」	や	DX	の	取	組	を	推	進	し	、	対	応	す	る	。		
4	．	業	務	遂	行	に	当	た	り	必	要	と	な	る	要	点	・	留	意	点				
(	1	)	技	術	者	倫	理																
安	心	・	安	全	な	ど	、	公	益	を	常	に	優	先	し	て	業	務	遂	行	す	る	。	
ま	た	、	デ	ー	タ	の	出	所	や	扱	い	に	留	意	し	、	適	切	に	取	り	扱	う	。
技	術	進	歩	が	目	覚	ま	し	い	こ	と	を	理	解	し	、	技	術	研	さ	ん	に	努	
め	る	。																						
(2)	社	会	の	持	続	性																
女	性	、	高	齢	者	、	障	害	者	等	の	社	会	進	出	を	支	え	る	バ	リ	ア		
フ	リ	ー	や	多	言	語	化	に	留	意	し	、	多	様	化	す	る	社	会	の	存	続	性	
に	も	留	意	し	て	業	務	に	取	組	む	。												
																							以	
																							上	

令和 年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

技術部門	部門
選択科目	都市及び地方計画
専門とする事項	

問題番号	I - 2
------	-------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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) C O 2 排 出 量 削 減 及 び 吸 収 量 増 加 の た め の 取 組 を

実 施 す る に 当 た っ て の 課 題

① 集 約 型 都 市 構 造 へ の 転 換

C O 2 の 排 出 量 の 約 5 割 が 家 庭 部 門 と 運 輸 部 門 で あ る 。
 ス プ ロ ー ル 化 に よ り 、 モ ー タ リ ゼ ー シ ョ ン が 進 展 し 、
 非 効 率 な エ ネ ル ギ ー 使 用 が な さ れ て い る 状 況 で あ る 。
 ま た 、 エ ネ ル ギ ー 資 源 は 化 石 燃 料 に 頼 っ て い る 状 況 で
 あ る が 、 資 源 に は 限 界 が あ る 。
 そ の た め 、 エ ネ ル ギ ー を 効 率 的 に 使 用 し 、 C O 2 排 出 量
 の 抑 制 を 図 る た め 、 集 約 型 都 市 構 造 へ の 転 換 が 課 題 で
 あ る 。

② 環 境 に 配 慮 し た 老 朽 化 イ ン フ ラ へ の 対 応

近 年 、 高 度 経 済 成 長 期 に 整 備 さ れ た 社 会 資 本 イ ン フ
 ラ が 一 斉 に 老 朽 化 し て い る 。 更 新 等 の 工 事 等 に あ た っ
 て は 、 C O 2 や 建 設 廃 棄 物 が 大 量 に 発 生 す る 恐 れ が あ る 。
 そ の た め 、 C O 2 削 減 を 踏 ま え た 整 備 を 図 る た め 、 計
 画 的 な 更 新 や 環 境 に や さ し い 機 器 の 導 入 等 、 環 境 に 配
 慮 し て 老 朽 化 イ ン フ ラ に 対 応 す る こ と が 課 題 で あ る 。

③ 緑 地 の 維 持 ・ 保 全 ・ 再 生 ・ 創 出

緑 は 生 物 多 様 性 の 維 持 の ほ か 、 C O 2 を 吸 収 す る 役 割
 が あ る た め 、 C O 2 の 緩 和 に あ た っ て 重 要 な 役 割 を 担 っ
 て い る 。
 そ の た め 、 C O 2 の 吸 収 量 の 増 加 に 向 け て は 、 現 在 あ
 る 緑 の 維 持 ・ 保 全 を 図 る と と も に 、 新 た な 緑 を 再 生 ・
 創 出 す る こ と が 課 題 で あ る 。

Q1 : おおむねOK。
 Q2 : おおむねOK。三つ目は都市計画科目らしい内容で良い。
 Q3 : おおむねOK。都市計画科目らしくて良い。
 Q4 : 倫理の観点は一般論的だかひとまずOK。持続可能性の観点はひとまずいいが、環境保全を書いたほうがいい。テーマが環境だったので書きにくかったか？
 65～70%程度と思われる。
 問題Iは部門全体での出題だが、採点者は科目の専門家でもあるので、この答案の新たなリスクのように、自分の選択科目の話は得点しやすい（ただし茅より過ぎないように注意が必要）。そういう点で参考になるところが多い答案だと思う。

○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。

<u>(2) 最も重要と考える課題とその課題に対する複数</u>																								
<u>数の対応策</u>																								
エネルギーの非効率的な利用は、人口減少及び少子高齢化や化石燃料の高騰等の持続可能性の観点から、「①集約型都市構造への転換」が最も重要な課題である。課題に対する対応策は以下のとおりである。																								
<u>① 都市機能及び居住機能の集約</u>																								
エネルギーの面的使用量を低減するため、都市機能及び居住機能を鉄道駅等の周辺に集約する。																								
具体的には、立地適正化計画を策定し、計画的に都市機能及び居住機能を鉄道駅等の周辺に誘導することが挙げられる。																								
<u>② 公共交通の利用促進</u>																								
自動車等の利用を減らし、CO2の排出量を低減させるため、公共交通の利用促進を図る。																								
具体的には、利用ニーズにあった公共交通手段や本数等の運行により、利便性や快適性向上を図ることによって、公共交通の利用促進につなげることが挙げられる。																								
<u>② 緑あふれる歩いて楽しい空間形成</u>																								
徒歩や自転車利用によりCO2の排出量を低減させるとともに、吸収源となる緑を増やすため、緑あふれる歩いて楽しい空間形成を図り、徒歩や自転車利用の促進につなげる。																								
具体的にはオープンスペースや建物の壁面等の緑化が挙げられる。																								

○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。

(3) 新たに生じ得るリスクと対応策

① 空き家や空き地等の増加

都市機能や居住機能を集約することにより、郊外部において空き家や空き地等の増加が懸念される。対応策として、立地適正化計画を策定する場合、跡地等管理区域・協定を定め、跡地を適切に管理する仕組みを位置付ける。

② 整備費用の増大

公共交通の充実や緑あふれる空間形成にあたっては、導入費用や整備費用の増加が懸念される。対応策として、国の補助金の活用のほか、民間活力の導入により、整備コストを抑えることが挙げられる。

(4) 技術者としての倫理、社会持続性の観点から

必要となる要点・留意点

① 技術者倫理

CO₂排出量削減及び吸収量増加のための取組にあたっては、公益の確保が必要である。そのため、公衆の安全面や環境面等の確保により、法や規程を遵守し、業務を遂行する必要がある。

③ 社会持続性

社会資本整備は現代世代だけでなく、将来世代にも適切に引き継ぐことが重要である。そのため、将来に必要な量の整備を見極める必要がある。また、継続的な技術研鑽や若手技術者への技術継承等により、社会の持続性を確保していく必要がある。

令和 年度 技術士第二次試験答案用紙

- Q1：おおむねOK。
 Q2：河川砂防の視点が多く、科目らしさが出ている一面、偏り感も出ている。
 Q3：おおむねOK。
 Q4：いいのだが持続可能性の視点が簡単すぎ（もっと書いたのだと思うが）
 全体には順当な内容。Q2の河川砂防寄りの内容が評価されれば70%程度、厳しく見られると60%そこそこと思う。

問題番号 I - 2

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
 ○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) カーボンニュートラルを推進するうえでの課題

① グリーンインフラの社会実装（自然共生の観点）

これまでのコンクリートを主体とするグレーインフラに変えて自然環境が有する多様な機能を活用したグリーンインフラの社会実装を目指す。CO2吸収対策や、ヒートアイランド対策、SDGsに沿った魅力ある社会資本整備推進する必要がある。

② 建設施工における低炭素化（施工の観点）

これまで国内の産業部門のCO2排出量（35%）のうち1.4%を占める建設機械は、燃費基準を設け低燃費ディーゼルエンジンの開発を行ってきた。これからは、短期的には生産性が向上するICT施工を建設業の大半を占める中小建設業へ普及を図る。中長期的には革新的建設機械（電動、水素等）の使用の原則化を含め、導入拡大する必要がある。

③ 再生可能エネルギーの活用（エネルギーの観点）

石炭や石油などの供給に限りがある化石燃料を用いずに、港湾分野の洋上風力、下水道のバイオマス、ダム分野の水力発電、道路分野では路肩や道路の法面を活用した太陽光発電などインフラを活用した再生可能エネルギーの利活用を推進する必要がある。

(2) 重要な課題と解決策

CO2削減とCO2吸収の両面の期待が持てるため、①のグリーンインフラの社会実装を重要課題とする。

令和 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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

① プラットホームの創設

グリーンインフラは、一社だけ進めていくことが難しく、公共機関と民間団体などが協力・連携していく必要がある。このため、グリーンインフラ官民連携プラットフォームを創設する。プラットフォームでは、分科会の開催やシンポジウム・オンラインセミナーなどを行い、グリーンインフラを推進するうえでの課題を解決するための環境づくりを行う。

② 貯留機能保全区域の指定

河川に隣接する低地や窪地等では、現状の土地が洪水や雨水一時的に貯留する機能を有しており、これまで治水の効用が発揮されている。しかし、開発に伴う盛土等の行為により当該機能が失われる可能性がある。このため、これらの機能を保護する観点から貯留機能保全区域に指定し、貯留機能を阻害する開発行為について事前の届け出を求める。

③ 流域治水におけるグリーンインフラ

気候変動による水害リスク増大に備えるため、流域に関するあらゆる関係者により流域全体で、グリーンインフラを活用する。自然環境が有する多様な機能を生かし、災害リスクの低減に寄与する。例えば砂防堰堤などの他に、山地を一連の緑地化（グリーンベルト）として、土砂災害を防止しする里地里山事業を推進する。

令和 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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

(3) 新たに生じうるリスクと対策

グリーンインフラは、コンクリートに代表されるグレーインフラに比べ、老朽化の心配が少ない。しかし、日本は温暖湿潤な気候のため、国外で成功しているグリーンインフラの事例通りに進めると、予想以上に植物の成長が早く進み、その後のメンテナンスも前倒しになることが予想される。対応策としては、建設業の担い手が少ない中、第三者（NPOや地元住民）の協力も必要であると考えられる。第三者からの協力を得る場合、国民への理解が重要となる。そのため我々建設技術者は、その事業の有効性や必要性を示した資料により広報活動を行い、国民の理解と合形成を図る必要がある。

(4) 倫理と持続可能性の観点

社会資本整備にあたり公益の確保を最優先に行う必要がある。この場合、グリーンインフラの結果を客観的データに基づき適切に評価し、国民に説明する必要がある。持続可能性の観点は、環境の保全が重要である。

その他最後の行まで埋めました。

Q1：一つ目が適応策だが二つ目と三つ目はおおむねOK。
 Q2：ちょっと盛りだくさんな割に個々の内容が薄いけどひとまずOK。
 Q3：おおむねOK。J-クレジットは面白い。
 Q4：倫理の観点からやや外れているが、全体としてはまあOK。
 Q1とQ4が60%をやや下回るかと思われるがQ2・Q3でカバーできてトータル60%に届いていると思われる。ギリギリA評価の例といえる。

問題番号	I-2	選択科目	河川、砂防及び海岸、海洋
答案使用枚数	3枚	専門とする事項	河川構造物

1	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	実	現	に	向	け	た	建	設	分	野	に	お	
	け	る	C	0	2	排	出	量	削	減	・	吸	収	量	増	加	対	策	の	課	題		
①	安	全	・	安	心	を	支	え	る	防	災	技	術	・	サ	ー	ビ	ス	の	提	供		
	温	室	効	果	ガ	ス	の	増	加	の	影	響	に	よ	る	地	球	温	暖	化	は	、	記
録	的	な	豪	雨	災	害	や	猛	暑	な	ど	気	候	変	動	が	顕	著	と	な	り	、	国
民	の	安	全	・	安	心	を	脅	か	し	て	い	る	。									
	建	設	産	業	の	社	会	的	使	命	で	あ	る	防	災	・	減	災	・	災	害	復	旧
へ	の	貢	献	等	、	安	全	・	安	心	を	支	え	る	防	災	技	術	・	サ	ー	ビ	ス
の	提	供	が	求	め	ら	れ	、	こ	れ	ら	の	ニ	ー	ズ	に	適	合	し	た	B	C	P
(	事	業	継	続	計	画	)	構	築	は	、	重	要	な	課	題	と	考	え	る	。		
②	地	域	の	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	主	力	化	に	よ	る	地	方	創	生	
	地	域	の	お	け	る	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	導	入	は	、	C	0	2
出	量	の	削	減	の	み	な	ら	ず	、	地	域	の	経	済	循	環	や	地	方	創	生	の
観	点	か	ら	も	重	要	な	役	割	を	担	う	。	こ	の	た	め	、	建	設	分	野	で
培	っ	た	知	見	を	活	か	し	て	、	地	域	の	豊	富	な	再	生	可	能	エ	ネ	ル
ギ	ー	の	ポ	テ	ン	シ	ヤ	ル	を	最	大	限	に	引	き	出	し	、	再	生	可	能	エ
ネ	ル	ギ	ー	を	主	力	電	源	化	し	て	い	く	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。	
③	脱	炭	素	社	会	移	行	へ	の	積	極	的	な	貢	献								
	建	設	産	業	で	は	、	プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	の	計	画	・	調	査	・	設	計	・
施	工	・	維	持	補	修	・	廃	棄	に	至	る	一	連	の	プ	ロ	セ	ス	に	お	い	て
C	0	2	排	出	量	の	削	減	活	動	に	取	り	組	ん	で	い	る	。				
	今	後	は	、	関	連	業	界	と	の	連	携	や	発	注	者	側	へ	の	積	極	的	な
働	き	か	け	を	通	じ	て	、	脱	炭	素	社	会	移	行	へ	の	積	極	的	な	貢	献
が	必	要	で	あ	る	。																	
2	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	と	解	決	策									

令和4年 技術士第二次試験（復元） 記述式原稿用紙

氏名		必須科目 I (3枚論文)
問題番号	I-2	選択科目 河川、砂防及び海岸、海洋
答案使用枚数	3枚	専門とする事項 河川構造物

	最も重要と考 える課題は、	③ 脱炭素社会移行への積 極的な貢献	である。それは、	2019年度	のCO2排出量	の	部門別構成比	は製造業や建設業等	を含む産業部門が	4割弱と最も多い。	このため、	産業全体において	サプライチェーン	を含むCO2排出量の削減	は、社会全体の脱炭素化への貢献につな	がる最も重要な課題と考 える。	
	<u>① 施工中CO2排出量削減活動</u>																
	全ての主要プロジェクトにおいて、	燃費効率の高い	重機の採用や、	施工中に発生するCO2排出量	の見える	化など、	施工中CO2排出量削減活動	を推進する。									
	<u>② 低炭素資材の開発・導入促進</u>																
	高炉スラグをバランスよく配合すること	で、CO2排出量を	25%削減する環境配慮型コンクリート等、	産官学連携による	低炭素資材の開発・導入	を促進する。											
	<u>③ ブルーカーボンを活用したCO2吸収源対策の推進</u>																
	大気中のCO2を約30%吸収すると	されている海草藻場など、	浅海域生態系の保全、再生、	造成を推進し、海藻類による	CO2吸収・固定の拡大	を図る。											
	<u>④ カーボンニュートラルなくらし・まちづくり</u>																
	次世代型モビリティや自転車利用を	促進する交通網の整備や、	LC-CM住宅の普及促進など、	カーボンニュートラルなくらし・	まちづくりの取組	を推進する。											
	<u>3. 新たに生じるリスクとそれへの対応策</u>																
	CO2削減活動などのコスト増による	建設市場縮小、CO2排出枠による	事業の制限、排出規制の緩い国	に対													

問題Ⅱ-1 (選択科目)

問題文

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 山岳工法における鋼製支保工の効果を3つ以上挙げ，それぞれについてその効果の概要を説明せよ。

Ⅱ-1-2 山岳トンネル掘削時の切羽観察項目を4つ以上挙げ，それぞれの項目についてその観察内容を説明せよ。

Ⅱ-1-3 地下連続壁を本体利用する場合に設計段階で考慮しなければならない事項を2つ以上挙げ，それぞれの内容について説明せよ。

Ⅱ-1-4 セグメント製作における品質管理のための検査を3つ以上挙げ，それぞれの検査の目的と内容について説明せよ。

2022 年度 技術士第二次試験再現答案

受験番号	
問題番号	II-1-1

技術部門	建設部門
選択科目	トンネル
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	<u>岩塊保持効果</u>
	鋼製支保工を地山に密着させることで、部材の持つ曲げ抵抗性能やせん断抵抗性能によって、局所的な岩塊の抜け落ちを防止する。
2	<u>弱層補強効果</u>
	開口亀裂や規模の小さい弱層などの地山の弱点となる箇所を鋼製支保工が支持することで、開口亀裂や弱層を補強する。
3	<u>地山への内圧付与効果</u>
	グラウンドアーチが作用しにくい軟岩や未固結地山において、鋼製支保工を密着させることによって、内空半径外向きの拘束力（内圧）が作用し、掘削面近傍が三軸応力状態になることで、地山の耐荷力が増す。
4	<u>吹付けコンクリートの補強効果</u>
	吹付けコンクリートの初期材齢における弾性係数は小さく変形しやすく、強度も小さいため、一体となつて曲げやじん性を補強する。吹付けコンクリートの強度発現後は、吹付けコンクリートと一体となつて密着したトンネル軸方向に連続したアーチシェルの構造を形成することで、トンネルと周辺地山の安定性を向上させる。
5	<u>地山（脚部）への荷重伝達効果</u>
	支保工に作用する荷重を、鋼製支保工の底板やウイングリブを介して地山（脚部）へ伝達する。
	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 年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

技術部門	建設	部門
選択科目	トンネル	
専門とする	山岳トンネルの計画及び設計	

問題番号	Ⅱ-1-1
------	-------

← 解答する問題番号（1から4）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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 . 鋼製支保工の効果
① 岩塊保持
鋼製支保工によって、掘削後にゆるんだ岩塊の崩落を防ぐための岩塊保持効果が得られる。
② 弱層補強
鋼製支保工によって、地山に介在する弱層に対してトンネル内面からの弱層補強効果が得られる。
③ 地山への内圧付与
グラウンドアーチが形成されない地山において、鋼製支保工による内圧付与効果が得られる。
④ 脚部への荷重伝達
鋼製支保工によって、地山の荷重を脚部へ伝達する効果が得られる。
⑤ 吹付けコンクリートの補強
鋼製支保工によって、若材令の吹付けコンクリートを補強する効果が得られる。
⑥ 先受け鋼管の支持
鋼製支保工によって、補助工法として先受け鋼管を施工する際の支持部材としての効果がある。
以上

【 R 4 選択科目 】

(セグメント製作における品質管理のための検査)

受験番号	|	|	|	|	|	|	|	|	|
問題番号	II-1-4								

技術部門	建設部門
選択科目	トンネル
専門とする事項	トンネル及び地中構造物の計画, 調査, 設計, 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	軸方向推力試験	
(1)	目的	
	施工時におけるジャッキ推力に対して所定の許容耐力を有しているか確認する。	
(2)	内容	
	各セグメント毎 (K 型 ・ A 型 ・ B 型) に軸方向の載荷重を作用させ、発生応力や変位について検査する。	
2	継手曲げ試験	
(1)	目的	
	覆工時における土水圧等の外力に対して所定の許容耐力を有しているか確認する。	
(2)	内容	
	セグメント (K 型 ・ A 型 ・ B 型) の 2 ピースを接合し、接合部に載荷重を作用させ、接手部の発生応力や変位について検査する。	
3	組立精度試験	
(1)	目的	
	覆工時における組立精度が所定の許容値を確保できるか確認する。	
(2)	内容	
	セグメントリングを2リング分組立、所定の寸法値や真円度について検査する。	
4	接手部における水密試験	
	継手部における水密性を確認するため、接手部に所定の水圧を一定時間作用させ漏水の有無を確認する。	

●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

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 トンネル掘削時には，施工の安全性の確保，また周辺環境の保全を目的として補助工法を採用する場合がある。補助工法はトンネルの設計や施工方法と密接に関係するため，その目的や効果を検討したうえで実施する必要がある。また，補助工法の実施記録は維持管理段階でもトンネルに変状が生じた場合には，その原因を検討するうえで重要な情報の１つとなる。

複数の断層破碎帯が存在する泥質岩（軟岩）地山において，切羽での施工の安全性を確保するために実施される補助工法に関し，以下の問いに答えよ。

- (1) 補助工法を採用する目的を複数挙げ，その目的に応じた補助工法を選定，採用するうえで検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 調査，設計から施工段階において，補助工法を採用するうえでの業務を進める手順を列挙し，それぞれの項目ごとに留意すべき点や工夫すべき点を述べよ。
- (3) あなたが担当業務の責任者の立場でこれらの業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 近年，市街地の公用地では鉄道，道路，上下水道など各種施設の地下利用が進み輻湊した状態にある。そのため，新設されるトンネルはこれらを避けて計画されることから施工深度が大きくなる傾向にあり，適切な検討を行い対応しなければならない。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) 施工深度が大きいトンネルを築造する場合に検討すべき事項を複数挙げ，それぞれの検討内容を説明せよ。
- (2) 前問（１）で記述した検討内容から重要と考えられるものを２つ挙げ，２つの検討内容に対し調査・計画から施工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) 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。

令和4年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

技術部門		部門
選択科目		
専門とする事項		

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

問題番号	II-2-1
------	--------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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。

<u>(1) 補助工法を採用する上で検討すべき事項</u>									
<u>① 崩落防止のための補助工法選定</u>									
複数の断層破砕帯が存在するため、掘削時、地山が崩落し、工事関係者の被災が懸念される。									
調査は、ボーリング調査、弾性波探査で破砕帯の位置を特定し、補助工法の種類や範囲を決定する。									
崩落防止を目的として、長尺先受け工法、鏡補強工等の天端安定対策となる補助工法を検討する。									
<u>② 泥ねい化・盤ぶくれ防止のための補助工法選定</u>									
泥質岩（軟岩）が存在するため、泥ねい化による切羽での重機災害や盤ぶくれによる変状が懸念される。									
調査は、電気探査で地下水の賦存状況や浸水崩壊度試験でスレーキング性の有無を確認する。									
泥ねい化・盤ぶくれ防止を目的として、仮インバート等の補助工法や早期併合を検討する。									
<u>(2) 留意点・工夫点を含めた業務手順</u>									
<u>① 調査段階</u>									
手順は、(1)①②記載の調査を行い、地山評価する									
土被りが大きい際は、ヘリコプターを使用した空中電気探査を行い、破砕帯の位置が不明にならないよう留意する。また、坑内では、PSWL工法や削孔検層等									
を行い、破砕帯の位置を正確に特定するよう工夫する									
<u>② 設計段階</u>									
手順は、調査結果を基に、支保・補助工法を設計する。解析を行う際は、媒介変数などを用いて計算し、									

●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

令和4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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

危険側の設計にならないよう留意する。また、長尺先受け工、鏡補強工等、補助工法を組み合わせた際は、3次元FEM解析で複数モデルを作成し、安全・工費・工程の観点で最適設計になるよう工夫する。

③ 施工段階

手順は、設計を基に施工を行い、観察・計測により分析する。分析により地山評価と設計に乖離が生じている際は、補助工法などを再設計する。

湧水・風化変質など観察記録は記事で詳細に残し、維持管理段階に不明にならないよう留意する。また、万が一の崩落時、退避が行えるよう、切羽をミリ波レーダで監視を行い、警報機と連動化する等の工夫をする。

(3) 関係者との調整方策

① 発注者

崩落、泥ねい化、盤ぶくれ防止の補助工法は、変状が生じる前に対策を行う。そのため、工費面で発注者から反対意見が生じる場合がある。補助工法の効果をCIMなど3次元モデルにて必要性を説明し、円滑な合意形成を図る。

② 工事関係者

破碎帯や泥質岩などの工事を経験していない関係者のために施工検討会を実施する。過去の同種事例の写真や動画にて明確に説明し、安全なトンネル工事を実現する。

2022 年度 技術士第二次試験再現答案

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	建設部門
選択科目	トンネル
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	補助工法を採用する目的と検討すべき事項
	(1) 突発湧水による切羽崩落防止
	検討すべき事項：断層破碎帯では帯水層を伴う場合があり、トンネル掘削において帯水層を掘削した場合に、突発湧水が発生し、切羽が崩落する恐れがある。そこで、ボーリング調査により地下水位、透水圧等を調査し、突発湧水の恐れがある場合は、水抜きボーリング等の排水工を検討する。また、併せて長尺先受け工等の切羽安定対策も検討する。
	(2) 鏡面の押出防止
	検討すべき事項：複数の断層破碎帯の前後には粘土層が存在する場合があります。膨張性を示す粘土が含まれる場合に、鏡面の押出しが発生する恐れがある。そこで、浸水崩壊度試験によるスレーキングの有無、X線解析によりモンモリロナイト含有量を確認することによって膨潤性の有無、大小を調査する。膨張性の恐れがある場合は、鏡吹付けコンクリート、鏡ボルト等の鏡面安定対策を検討する。
	(3) 支保工脚部の沈下防止
	検討すべき事項：断層破碎帯や軟岩地山においては塑性圧やゆるみ土圧が支保工に作用し、地盤の支持力が低い場合に支保工の脚部沈下が発生し、さらにゆるみ土圧が増加することで、沈下が止まらない恐れがある。そのため、仮インパートやウイングリブ付き鋼製支保工などの脚部沈下対策や、吹付けコンクリートや

●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

2022 年度 技術士第二次試験再現答案

○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。）

インバートストラットによる早期閉合を検討する。

2. 業務を進める手順と留意点、工夫点

(1) 調査 1. の調査により、地形、地質、地下水等の状況を調査する。留意点：調査箇所、内容、範囲については時間とコストの制約があるので、最も有効なデータが得られるように選定する

(2) 設計 調査で得られた地形、地質、地下水条件から、支保パターン、補助工法等を設計する。留意点：補助工選定時の FEM 解析では地山モデルや設定パラメータの値には留意する。工夫点：補助工法選定フローや計測管理フロー等を作成し、施工時に迅速に対応できる体制を整えておく。

(3) 施工 設計に基づいて掘削、補助工の施工を実施する。留意点：軟岩においては、乾燥による劣化や湧水による軟化が懸念されるので、鏡吹付は常に行っておく。工夫点：切羽観察、計測結果、前方探査等から支保パターン、補助工の妥当性を評価し、設計にフィードバックし、変更を迅速に行う。

3. 関係者との調整方策

(1) 発注者（維持管理者）：ウェアラブルカメラ等を活用して遠隔臨場を行い、時間や距離の制約を受けるとなく効率的な合意形成を行う。また、施工データや対策の記録を 3 次元 CIM で一元管理し、維持管理段階に引き継ぐ。(2) 地域住民：現場見学会や回覧板等で情報発信を常に行い、工事への理解促進を図る。

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-2-1

技術部門	建設 部門
選択科目	トンネル
専門とする事項	山岳トンネル施工計画

※

○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。）

<u>(1) 補助工法を採用する目的</u>																								
<u>① 地上部の環境保全</u>																								
小土被り部などではグラウンドアーチが形成できず、掘削に伴う緩みが地上部まで影響し地表部の沈下などの変状を発生させる。地上部に土地利用者がいる場合には変位抑制を行い環境を保全しなければならぬ。そのためには先受け工などによるトンネル天端部の改良が有効だと考える。選定にあたっては長尺化がコスト面で有利となる場合があるため地質状況に合わせて検討する。																								
<u>② 施工の安全性確保</u>																								
軟質泥質岩では切羽が自立不良になりやすいため、切羽作業の安全確保が求められる。そのため、鏡ボルトなどを採用し切羽の自立性改良を行う必要がある。選定にあたっては地下水位が高く割れ目間で湧水がある場合はセメント系注入材などは流出し補助工法の効果が得られにくい。湧水の有無など調査し、注入材の適切な選定を検討する。																								
<u>③ 供用後の長期耐久性確保</u>																								
軟弱地盤などでは供用後の車両通行などの繰り返し荷重によって地山強度が低下し変状が発生する場合がある。泥岩など将来的に変状が予測される場合には岩質試験を行いストラットなどの断面閉合を検討する。																								
<u>(2) 補助工法を採用するうえでの業務遂行手順</u>																								
業務は下記順序に従って遂行する。																								

●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

○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。）

<u>① 詳細な地質情報の把握</u>																								
ドリルジャンボによる削孔データ収集を行うなど事前地質調査を併せ精度向上の工夫を行う。																								
<u>② 補助工法適用のための検討</u>																								
先行変位抑制にも留意しシフト長さを施工性と併せて検討する。																								
<u>③ 補助工法後の評価</u>																								
3次元FEM解析を行い補助工法適用による変位抑制効果など検証を行い、今後フィードバックする。																								
<u>(3) 関係者との調整方策</u>																								
<u>① 発注者</u> ：新技術を活用した遠隔臨場を活用し、局、事務所、現場との早期の合意形成を図る。																								
<u>② 地元関係者</u> ：説明会では3Dモデルなどを活用し分かりやすい説明を行うと共に、工事への理解を得られるように現場見学会などを積極的に行う。																								
実際には (1) で 1 枚 (2) で 0.8 枚、 (3) 0.2 枚程度、最後の行まで記述した。																								

●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4年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

技術部門	建設部門
選択科目	トンネル
専門とする事項	山岳トンネル

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

問題番号	Ⅱ-2-1
------	-------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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 . 補助工法を採用する目的・検討すべき事項・内容

① 切羽崩壊・天端崩落防止

複数の断層破砕帯が存在する泥質岩地山であり、掘削中の切羽崩壊・天端崩落防止のため、鏡吹付け・鏡ボルト・フォアパイリング・フォアポーリング等の補助工法を複数組み合わせ、トンネル掘削中の変位を抑制する。

② 地表面沈下対策

坑口部等土被りが小さくグラウンドアーチが形成されにくい区間には、地表面沈下防止のため、①の補助工法に加えて、坑内からの垂直縫地ボルトや、坑口上部法面の保護工を施工し、掘削中の変位を抑制する。

③ 突発湧水への対応

地下水位の高い区間、特に断層破砕帯が存在する区間は、突発湧水による土砂流出防止の観点から、水抜きボーリングや止水工法を施工した上で、①の補助工法を施工し地下水位の低下と変位の抑制を図る。

2 . 業務を進める手順・留意点・工夫点

① 調査段階

断層破砕帯の性状を把握するため、弾性波探査やボーリング調査を実施するとともに、他地区の類似事例を収集し分析する。留意点としては、断層破砕帯の幅等をある程度正確に把握する必要があるため、坑口からの水平ボーリングや上部からの斜めボーリングの施工が有効であると考えられる。

令和4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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

<u>② 設 計 段 階</u>																							
坑	口	部	や	特	に	断	層	破	碎	帯	の	幅	が	大	き	く	留	意	す	べ	き	区	
間	は	,	有	限	要	素	法	等	の	解	析	手	法	を	用	い	て	設	計	す	る	と	と
も	に	,	そ	の	他	の	区	間	は	,	他	地	区	の	類	似	事	例	や	標	準	設	計
を	極	力	使	用	し	設	計	す	る	。	地	下	水	位	の	低	下	を	回	避	す	る	必
要	が	あ	る	場	合	,	水	圧	を	考	慮	す	る	必	要	が	あ	る	区	間	は	,	ウ
オ	ー	タ	ー	タ	イ	ト	型	の	覆	工	構	造	を	採	用	す	る	。					
<u>③ 施 工 段 階</u>																							
設	計	に	基	づ	き	工	事	を	施	工	す	る	。	施	工	中	の	切	羽	状	況	や	
計	測	結	果	に	留	意	し	,	設	計	と	照	合	し	な	が	ら	必	要	に	応	じ	て
追	加	の	補	助	工	法	を	施	工	す	る	。	切	羽	観	察	記	録	は	電	子	化	し
維	持	管	理	段	階	へ	引	き	継	ぐ	こ	と	で	,	供	用	開	始	後	の	不	測	の
事	態	へ	の	速	や	か	な	対	応	に	つ	な	が	る	。								
<u>3 . 関 係 者 と の 調 整 方 策</u>																							
発	注	者	・	受	注	者	・	コ	ン	サ	ル	・	有	識	者	で	構	成	す	る	ト	ン	
ネ	ル	地	山	判	定	委	員	会	を	開	催	し	,	地	山	の	変	化	点	毎	に	切	羽
状	況	や	計	測	状	況	等	を	確	認	し	て	,	関	係	者	の	合	意	形	成	を	図
り	,	最	適	な	補	助	工	法	を	適	用	す	る	。	対	外	的	に	は	,	住	民	説
明	会	や	工	事	見	学	会	を	開	催	し	,	ト	ン	ネ	ル	工	事	の	施	工	状	況
等	を	丁	寧	に	説	明	す	る	。	そ	の	際	は	,	3	D	化	し	た	映	像	や	カ
ラ	ー	の	説	明	資	料	を	用	い	て	分	か	り	や	す	く	説	明	す	る	こ	と	が
必	要	で	あ	る	。	ネ	ガ	テ	ィ	ブ	情	報	も	含	め	て	正	確	な	情	報	を	提
供	す	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。	施	工	状	況	等	は	,	現	場	事	務	所
等	か	ら	リ	モ	ー	ト	で	常	時	観	察	で	き	る	よ	う	に	し	,	若	手	技	術
者	等	へ	の	技	術	継	承	等	に	活	用	す	る	こ	と	も	必	要	で	あ	る	。	

令和 年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

技術部門	建設	部門
選択科目	トンネル	
専門とする事項	山岳トンネルの計画及び設計	

問題番号	II-2-1
------	--------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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 . 補助工法の目的・採用する上での検討事項																								
① 切羽安定対策																								
断層破砕帯や泥質岩（軟岩）地山においては、トンネル掘削時に切羽から岩片の剥落や崩壊などが発生する場合は考えられ、先受け工や注入改良等を実施して切羽安定対策を図ることが考えられる。適切な補助工法を選定するためには、コアボーリング調査や標準貫入試験、室内試験により地盤定数やN値、コア性状やRQD等を確認し、補助工法の必要性和工法及び注入材を比較検討する。																								
② 表面沈下対策																								
トンネル掘削に伴い地山がゆるむことによって、坑口部や低土被り部では地表面が沈下し、地山の抜け落ちが発生する場合がある。地表面沈下に対する最適な補助工法を検討するためには、一軸圧縮強度と土被り厚から地山強度比を確認する。																								
③ 近接施工影響の抑制																								
トンネル掘削時のゆるみにより、近接構造物に変状が生じる可能性がある。構造物が近接影響領域内に位置するか検討し、影響領域内に入る場合には、FEM解析等の数値解析を実施した上で近接施工影響を検討する。																								
2 . 業務の手順																								
① 既往資料調査・現地踏査																								
地形判読、地質平面分布、近傍でのボーリング																								

令和 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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

調査の有無等を確認する。また、現地踏査を実施し、現地状況や地形図との整合を確認する。

② 地質調査

断層破砕帯や泥質岩（軟岩）地山のジャストボーリング調査、トンネル前線に対する弾性波探査を実施する。泥岩については、水に対する影響を確認するため、スレーキング試験を実施する。

③ 対策工検討

切羽安定対策や地表面沈下対策、近接施工影響の必要性について検討を実施する。近接施工影響が懸念される場合には、FEM解析を実施して内空変位や天端沈下量、支保応力などを検証し、それらが許容値以内に収められる対策工法を検討する。

④ 施工計画

補助工法の施工範囲、施工手順を計画する。補助工法にて注入工を実施する場合には、注入材料の比較検討や、注入圧の管理方法を計画する。また、施工時の計測工及び管理体制を計画する。

3. 内外の関係者との調整方策

事業者とは、既往資料の搜索及び設計の横並びを確認し、設計業務に手戻りが生じないよう調整する。地質調査業者とは、調査工程や調査結果の仕上がり時期を調整する。施工業者とは、現場に持ってくる重機を確認した上で、施工の段取り替えの少ない補助工法となるよう調整する。以上

【 R4 選択科目 】

(大深度におけるトンネル施工)

受験番号										
問題番号	II-2-2									

技術部門	建設部門
選択科目	トンネル
専門とする事項	トンネル及び地中構造物の計画、調査、設計、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	深 度 が 大 き い ト ン ネ ル を 築 造 す る 場 合 の 検 討 事 項																
(1)	シ ー ル ド 機																
	大 深 度 に よ る 大 き い 土 水 圧 に 対 し て , カ ッ タ ー 軸 受																
	シ ー ル で は , 高 水 圧 に 耐 え ら れ る シ ー ル 材 の 使 用 ・ シ																
	ー ル 段 数 の 増 加 等 の 検 討 , テ ー ル シ ー ル で は , 高 水 圧																
	に 耐 え ら れ る テ ー ル シ ー ル 材 の 使 用 , テ ー ル シ ー ル 段																
	数 の 増 加 , テ ー ル シ ー ル 間 充 填 材 の 自 動 給 油 , 緊 急 止																
	水 装 置 の 設 置 等 に つ い て 検 討 す る 。																
	ま た , 排 土 機 構 つ い て は , 高 水 圧 下 で 連 続 的 に 安 定																
	し た 排 土 を 行 う た め に , 泥 水 式 シ ー ル ド で は 送 排 泥 ポ																
	ン プ に お け る 高 水 圧 軸 封 シ ー ル , 泥 土 圧 シ ー ル ド で は																
	ス ク リ ュ ー の 増 長 ・ ロ ー タ リ ー ポ ン プ の 設 置 等 を 検 討																
	す る 。 な お , 大 深 度 に よ る 推 力 の 増 大 に 対 し て 大 容 量																
	の シ ー ル ド ジ ャ ッ キ , 油 圧 機 構 等 を 検 討 す る 。																
(2)	セ グ メ ン ト																
	シ ー ル ド 本 体 の 安 全 性 の 検 討 に 加 え , ジ ャ ッ キ 推 力																
	及 び 裏 込 め 注 入 圧 等 の 施 工 時 荷 重 に つ い て の 検 討 が 必																
	要 で あ る 。																
(3)	立 坑 設 備																
	大 土 被 り 施 工 の 立 坑 で は , 地 上 か ら 立 坑 下 ま で の 垂																
	直 搬 送 距 離 が 長 く な り , 資 機 材 の 搬 入 出 が 施 工 サ イ ク																
	ル に 大 き く 影 響 す る こ と か ら , 搬 入 出 時 間 の 短 縮 を 考																
	慮 し た 立 坑 設 備 ・ 昇 降 設 備 等 の 検 討 が 必 要 で あ る 。																
(4)	坑 口 工																
	大 深 度 施 工 の 坑 口 工 で は , 出 水 事 故 や 土 砂 崩 壊 の 恐																

●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。

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。）

れ	が	あ	る	た	め	,	仮	壁	切	削	工	法	の	採	用	や	大	土	被	り	に	適	し
た	地	盤	改	良	工	法	の	採	用	,	工	ン	ト	ラ	ン	ス	パ	ッ	キ	ン	の	2	段
化	等	に	つ	い	て	検	討	が	必	要	で	あ	る	。									
2	・	調	査	・	計	画	か	ら	施	工	ま	で	に	お	け	る	留	意	点	・	工	夫	点
(1)	セ	グ	メ	ン	ト																		
	調	査	・	計	画	段	階	で	は	,	施	工	区	間	の	地	質	調	査	を	綿	密	に
行	い	,	地	下	水	や	被	圧	地	下	水	の	状	況	を	確	認	し	,	設	計	段	階
で	は	,	高	水	圧	に	耐	え	ら	れ	る	水	膨	張	系	の	シ	ー	ル	材	を	選	定
す	る	と	と	も	に	,	2	条	化	や	コ	ー	ナ	ー	部	の	シ	ー	ム	レ	ス	加	工
を	施	す	と	と	も	に	,	施	工	時	に	お	い	て	は	,	セ	グ	メ	ン	ト	搬	送
時	に	セ	グ	メ	ン	ト	に	貼	り	付	け	た	シ	ー	ル	材	が	損	傷	し	な	い	よ
う	防	護	対	策	を	図	る	。															
(2)	坑	口	工	(	高	圧	噴	射	攪	拌	工	法	・	薬	液	注	入	工	法)			
	調	査	・	計	画	段	階	で	は	,	坑	口	部	の	地	質	調	査	を	綿	密	に	行
い	,	土	質	や	地	下	水	の	状	況	を	確	認	し	,	設	計	段	階	で	は	,	地
盤	改	良	の	施	工	精	度	や	改	良	効	果	が	得	ら	れ	る	工	法	や	改	良	範
囲	を	選	定	し	,	施	工	時	に	お	い	て	は	,	立	坑	内	か	ら	水	平	ボ	ー
リ	ン	グ	を	行	い	施	工	不	良	が	確	認	さ	れ	た	際	は	補	足	注	入	す	る
3	・	関	係	者	と	の	調	整	方	策													
	道	路	等	を	占	用	す	る	こ	と	か	ら	事	前	に	F	E	M	解	析	等	を	実
施	し	,	そ	の	結	果	に	基	づ	き	,	施	工	管	理	基	準	値	を	定	め	,	計
測	方	法	等	に	つ	い	て	施	設	管	理	者	と	協	議	し	許	可	を	得	る	。	
	地	域	住	民	に	対	し	て	は	,	事	前	の	工	事	説	明	会	の	実	施	や	,
お	知	ら	せ	文	書	を	定	期	的	に	配	布	し	,	工	事	の	内	容	や	進	捗	に
つ	い	て	報	告	し	,	工	事	へ	の	理	解	を	得	る	取	り	組	み	を	図	る	。

問題Ⅲ（選択科目）

問題文およびA評価答案例

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 トンネルは地山内に構築される線形構造物であるため，坑口部では地形が改変され，トンネル掘削では大量の掘削ズリとともに湧水が排出される。そのため，トンネルの建設時には，様々な周辺環境を保全した施工が求められ，供用開始後の影響を考慮したうえで，調査・計画，設計，施工の各段階において十分に配慮して業務を遂行することが重要となる。このことを考慮して以下の問いに答えよ。

(1) 山間地のトンネル工事において配慮すべき周辺環境に関する課題を，トンネルの技術者として多面的な観点から3つ以上抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。なお，施工条件は以下のとおりである。

- ・民家や重要構造物は近接していない。
- ・土捨て場は坑口近くに計画されている。
- ・トンネルルートは河川や沢等と交差する。
- ・坑口周辺には保全すべき動植物が生育している。

(2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える項目を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を，専門技術用語を交えて示せ。

(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。

令和4年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

技術部門		部門
選択科目		
専門とする事項		

問題番号	Ⅲ-1
------	-----

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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。

<u>(1) 山間地トンネル工事での周辺環境の課題</u>																								
①	<u>河川・坑口部の湧水・減水防止</u>																							
	トンネルルートに河川や沢が交差し、坑口部には保全すべき動植物が生育している。そのため、トンネル掘削により、坑内湧水が生じ、河川・地表面の湧水・減水が懸念される。よって、調査により影響範囲の特定と対策工を立案する必要がある。																							
	湧水・減水の観点より、河川や動植物への影響低減のため、河川・坑口部の湧水・減水防止を課題とする																							
②	<u>発破・仮設備の騒音・振動防止</u>																							
	民家や重要構造物は近接していないが、坑口部に動植物が生育している。そのため、掘削時の発破作業や仮設備の騒音・振動の影響が懸念される。よって、電子雷管を用いた制御発破や機械掘削、振動予測式に基づいた防音壁の設置等が必要となる。																							
	騒音・振動の観点より、動植物や周辺への影響軽減のため、発破・仮設備の騒音・振動防止を課題とする																							
③	<u>大量湧水による汚濁水防止</u>																							
	トンネルルートは河川の下を交差するため、大量湧水が懸念される。そのため、設計の想定を超える湧水の発生により、濁水処理設備の容量不足が生じ、汚濁水が周辺環境や動植物に影響を与える恐れがある。よって、坑内での清濁分離工法や湧水量を特定した上で濁水処理設備の増設などの対策が必要となる。																							
	汚濁水の観点より、動植物や周辺への影響軽減のため																							

●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

令和4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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

大	量	湧	水	に	よ	る	汚	濁	水	防	止	を	課	題	と	す	る	。
<u>(2) 最も重要と考える課題と複数の解決策</u>																		
ト	ン	ネ	ル	ル	ー	ト	が	河	川	と	交	差	し	て	お	り	、	湧
河	川	へ	の	影	響	軽	減	が	最	も	重	要	と	考	え	、	①	河
の	湧	水	・	減	水	防	止	を	選	定	す	る	。	調	査	・	設	計
段	階	の	解	決	策	を	以	下	に	示	す	。						
<u>① 調査段階</u>																		
ボ	ー	リ	ン	グ	調	査	に	よ	り	、	地	下	水	高	や	透	水	係
把	握	す	る	。	ま	た	、	水	文	調	査	に	て	河	川	水	低	下
支	や	生	態	系	影	響	を	確	認	す	る	。	同	様	に	、	坑	口
の	生	態	系	調	査	も	行	う	。									
<u>② 設計段階</u>																		
調	査	結	果	の	透	水	係	数	な	ど	を	基	に	、	浸	透	流	解
坑	内	の	水	位	影	響	範	囲	を	特	定	す	る	。				
坑	内	の	湧	水	発	生	を	防	止	す	る	た	め	、	止	水	注	入
は	防	水	型	ト	ン	ネ	ル	を	設	計	す	る	。	防	水	型	ト	ン
が	発	生	す	る	た	め	、	外	力	抵	抗	性	能	を	付	加	し	、
響	ま	で	検	討	す	る	。	具	体	的	に	は	、	F	E	M	解	析
照	査	し	、	覆	工	を	R	C	構	造	な	ど	へ	設	計	す	る	。
<u>③ 施工段階</u>																		
施	工	時	に	地	下	水	変	位	を	監	視	し	な	が	ら	施	工	す
ボ	ー	リ	ン	グ	坑	を	利	用	し	た	水	位	計	測	や	河	川	に
位	計	を	設	置	す	る	。	止	水	注	入	工	法	は	亀	裂	箇	所
確	実	に	行	う	た	め	、	I	C	T	型	の	多	連	ポ	ン	プ	に
の	厳	格	化	や	シ	リ	カ	レ	ジ	ン	等	湧	水	の	影	響	を	受
																		け
																		に
																		く
																		い
																		注

●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。

令和4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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

入材を選定する。
防水型トンネルは漏水防止を図るため、溶着部分を
2重構造として、加圧試験を全数行う。また、鉄筋金
具は非貫通型として、破れなどを防止する。

(3)新たに生じるリスクとその対応策

① リスク：工費・工期増大

止水注入工法・防水型トンネルは通常トンネルと比
較して、人員と材料を要する。それにより、施工範囲
が拡大することにより、工費・工期が増大しやすく、
事業全体に影響を与える恐れがある。

② 対応策：ECI方式の採用

施工者が設計段階から参画するECI方式を採用する。
設計時に施工者が施工計画を立案するため、工事の着
手時期を早める事が可能となる。(フロントローディ
ング効果)

また、設計時に施工者特有のノウハウを提供できる
ため、止水注入工の範囲の限定化や全体の設計変更低
減リスクが期待でき工費も抑える事が可能となる。
(コンカレントエンジニアリング効果)

トンネル工事におけるECI方式の採用は、2016年
熊本大地震の際に、代替ルート工事で、1～2年事
業を短縮した実績がある。

2022年度 技術士第二次試験再現答案

受験番号	
問題番号	III-1

技術部門	建設部門
選択科目	トンネル
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	<u>周辺環境に関する課題</u>
	<u>(1) 河川水や沢水の減少防止</u>
	トンネル工事では地表地質踏査、弾性波探査、ボーリング調査等による事前調査により地山等級や支保パターン、補助工法が決められるが、トンネルは地下深くに構築する線状構造物であり、事前の調査だけでは十分に地山の状況を把握できないため、掘削中に断層破砕帯、未固結地山、膨張性地山等が出現し、さらに突発湧水が発生する。突発湧水が発生すると、地上の河川水や沢水が減少する恐れがあるため、河川水や沢水の減少防止が課題である。
	<u>(2) 汚濁水の適切な処理</u>
	トンネル切羽やインバート掘削時に発生する湧水は、掘削やコンクリート打込み等により、汚濁水としてトンネル坑外に排出される。また、坑外においても仮設ヤードの清掃や生コン車の洗浄等で汚濁水が発生する。汚濁水がそのまま河川等に放流されると、周辺の動植物に悪影響を与えるため、汚濁水の適切な処理が課題である。
	<u>(3) 動植物の保全の取り組みの推進</u>
	トンネル坑口部の切土や、機械設備、ずり搬出等のダンプの走行、発破等による騒音、振動は周辺の動植物に悪影響を与えるため、動植物の保全のための各種取り組みの推進が課題である。
2	<u>課題に対する解決策</u>

2022 年度 技術士第二次試験再現答案

○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。）

最	も	重	要	な	課	題	は	河	川	水	や	沢	水	の	減	少	防	止	と	考	え	る	。	
(1)	切	羽	前	方	探	査	の	実	施															
河	川	水	や	沢	水	の	減	少	を	防	止	す	る	た	め	に	は	地	下	水	の	状		
況	を	把	握	す	る	こ	と	が	大	切	で	あ	る	。	そ	こ	で	、	ポ	ー	リ	ン	グ	
調	査	や	物	理	探	査	、	電	気	探	査	等	を	行	い	、	地	下	水	位	、	透	水	
性	等	を	把	握	す	る	た	め	の	切	羽	前	方	探	査	を	実	施	す	る	。			
(2)	止	水	対	策	の	実	施																	
ト	ン	ネ	ル	坑	内	へ	の	突	発	湧	水	が	懸	念	さ	れ	る	場	合	は	、	薬		
液	注	入	工	や	遮	水	壁	工	等	の	止	水	工	を	実	施	、	地	山	の	透	水	性	
を	さ	げ	る	。																				
(3)	防	水	型	ト	ン	ネ	ル	の	検	討														
通	常	ト	ン	ネ	ル	坑	内	に	流	入	す	る	湧	水	は	防	水	シ	ー	ト	を	介		
し	て	、	ト	ン	ネ	ル	下	部	中	央	に	設	置	し	た	中	央	排	水	溝	に	集	水	
さ	れ	坑	外	に	排	出	さ	れ	る	が	、	湧	水	を	ト	ン	ネ	ル	坑	内	に	引	き	
込	ま	な	い	た	め	に	、	防	水	シ	ー	ト	を	ト	ン	ネ	ル	全	周	に	設	置	す	
る	防	水	型	ト	ン	ネ	ル	の	実	施	を	検	討	す	る	。								
(4)	切	羽	安	定	対	策																		
断	層	破	碎	帯	や	未	固	結	地	山	等	で	は	塑	性	圧	や	ゆ	る	み	土	圧		
が	発	生	し	、	切	羽	の	崩	落	が	発	生	す	る	恐	れ	が	あ	る	た	め	、	そ	
の	場	合	は	長	尺	鋼	管	フ	ォ	ア	パ	イ	リ	ン	グ	や	鏡	吹	付	け	コ	ン	ク	
リ	ー	ト	、	鏡	ボ	ルト	等	の	切	羽	安	定	対	策	を	実	施	す	る	こ	と	で	、	
切	羽	崩	壊	に	伴	う	地	下	水	の	坑	内	引	き	込	み	の	可	能	性	を	低	減	
す	る	。																						
3	．	新	た	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク	と	対	応	策									
(1)	地	山	の	劣	化	に	よ	る	地	下	水	流	動	の	変	化								

2022 年度 技術士第二次試験再現答案

○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。）

地山の長期的な劣化によって、地下水流動が変化し、
河川水や沢水が減少するリスクがある。対策としては、
河川水や沢水の長期的な観測を実施し、水位や流量が
減少した場合は、早期に対策をとれる体制を整えてお
く。

(2) 供用後の漏水

トンネル供用後の変状による覆工の漏水により、河
川水や沢水が減少するリスクがある。対応策としては
トンネル新設工事の段階での防水シートの実施、
密実な覆工コンクリートの打設を行うための施工管理
が必要である。

(3) 薬液の流出

止水工や長尺鋼管フォアパイピング等で使用するシ
リカレジン等の薬液が河川に流出するリスクがある。
対応策としては、薬液注入前に、現場にて試験施工を
行い、薬種、注入量、注入圧、ライズタイム等を選定
するとともに、注入中は河川等の地表部の監視を徹底
する。以上

※ 実際の試験では 3 枚めいっぱい記載した

二次試験答案用紙

氏 名	問題番号 (Ⅲ-1)	1 枚目
	トンネル掘削における周辺環境に対し課題を抽出し解決策を述べよ。また、解決策で抽出した課題に対する懸念事項への対応策を述べよ。	3 枚中

1	課 題																		
(1)	いかに地下水位を変化させず施工するか																		
	掘削に伴い、湧水を処理し排水することで地下水位																		
	の変化することが想定される。特に条件として河川や																		
	沢と交差しているため河川や沢の水枯れが発生するこ																		
	とが懸念される。いかに地下水位を変化させずに施工																		
	することが課題。																		
(2)	いかに振動、騒音を発生させず施工するか																		
	条件の中で民家や重要構造物は近接しておらず土捨																		
	て場は坑口付近ということで交通障害の影響はそれほ																		
	ど無いと想定される。ただ、坑口周辺に保全すべき動																		
	植物が育成していることから施工時に振動、騒音を発																		
	生させると動植物に影響することが想定される。																		
	いかに振動、騒音を発生させず施工するか課題。																		
(3)	いかに環境汚染を発生させないか																		
	湧水の排水に伴い、周辺環境を汚染する可能性があ																		
	る。湧水に含まれる汚染物質、覆工材料の洗い水を適																		
	切に処理しなければ汚染する可能性がある。ズリにヒ																		
	素や重金属を含む場合は土壌汚染が発生する可能性が																		
	ある。いかに環境汚染を発生させないか課題である。																		
(4)	いかに地すべりを発生させないか																		
	坑口付近は法面を急勾配に設定することが多く、掘																		
	削に伴い地山が緩み地すべりを発生させる懸念がある。																		
	坑口には動植物は育成するため保護する観点からいか																		
	に地すべりを発生させないか課題である。																		

注) 上部の受験番号等の記入欄は本試験のものとは異なります。

二次試験答案用紙

氏 名	問題番号（Ⅲ-1）	1 枚目
	トンネル掘削における周辺環境に対し課題を抽出し解決策を述べよ。また、解決策で抽出した課題に対する懸念事項への対応策を述べよ。	3 枚中

2	. 解 決 策																		
	(1)	地下水対策に対する解決策を以下に示す。																	
	(1)	止水工法																	
		掘削における湧水の影響を低減するために湧水対策を行う。地下水位の変化を出来るだけ減らすために排水処理ではなく止水処理にて行う。山岳トンネルの上部からの対策として連続止水壁は困難であるため止水注入にて対策を講じる。注入に使用する材料は地質、地下水位等の地山条件により水ガラス系かモルタル系を選択する。																	
	(2)	防水型トンネル																	
		トンネルの構造として地下水位を低減させないために一般的な排水トンネルではなく、防水型トンネル、ウォータータイト構造を採用する。覆工、インバートについては水圧が作用することを想定し、RC や FRC 等で剛性を高めた構造にする。また、施工時は防水シート、排水管等の破損に留意する。																	
	(3)	復水工法																	
		上述した止水工法のみでは湧水等の排水を完全にとめることはできないため地下水位の影響を最小限にするため復水工法、 リチャージウェル工法 を採用する。																	
		河川や沢に排水する湧水を復水し、地下水位の変化を防ぐ。復水する湧水は適切に濁水処理を行う。また、復水する際の位置、流速は復水時の濁り等無い様に留意する。																	

注) 上部の受験番号等の記入欄は本試験のものとは異なります。

二次試験答案用紙

氏名	問題番号（Ⅲ-1）	1枚目
	トンネル掘削における周辺環境に対し課題を抽出し解決策を述べよ。また、解決策で抽出した課題に対する懸念事項への対応策を述べよ。	3枚中

（	4	）	水	文	調	査																																																																																																																																													
対	象	地	山	の	水	文	条	件	を	確	認	す	る	た	め	、	水	文	地	質	調	査	、	水	収	支	調	査	、	水	文	環	境	調	査	を	実	施	す	る	。																																																																																																										
水	文	地	質	調	査	に	よ	り	帯	水	層	の	構	造	、	特	徴	を	把	握	す	る	。																																																																																																																												
水	収	支	調	査	に	て	表	面	水	流	、	気	象	条	件	な	ど	を	調	査	し	、	掘	削	に	お	け	る	地	下	水	位	変	動	に	対	す	る	影	響	を	想	定	。																																																																																																							
水	文	環	境	調	査	に	て	地	下	水	の	使	用	状	況	を	把	握	し	、	掘	削	に	お	け	る	影	響	を	想	定	す	る	。																																																																																																																	
こ	れ	ら	の	調	査	結	果	を	元	に	上	述	し	た	対	策	の	施	工	範	囲	、	位	置	を	設	定	し	対	策	を	講	じ	る	。																																																																																																																
3	．	新	た	な	リ	ス	ク	お	よ	び	対	策																																																																																																																																							
上	述	し	た	対	策	を	講	じ	て	も	止	水	工	法	の	注	入	剤	に	よ	り	水	み	ち	が	変	化	し	た	り	、	自	然	災	害	が	発	生	す	る	こ	と	で	長	い	期	間	を	掛	け	て	ハ	ザ	ード	が	移	動	、	新	規	発	現	し	た	り	す	る	こ	と	が	懸	念	さ	れ	る	。																																																																							
対	策	と	し	て	地	表	面	や	河	川	、	沢	な	ど	を	監	視	カ	メ	ラ	等	で	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	し	経	時	変	化	を	把	握	し	、	必	要	に	よ	り	対	策	を	講	じ	る	必	要	が	あ	る	。																																																																																												
ト	ン	ネ	ル	建	設	に	お	い	て	は	完	成	当	初	は	健	全	な	状	態	で	あ	っ	て	も	長	期	間	を	か	け	て	自	然	災	害	や	地	下	水	等	の	変	化	に	よ	り	応	力	が	ト	ン	ネ	ル	構	造	に	作	用	し	、	変	状	が	発	生	す	る	可	能	性	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	ト	ン	ネ	ル	を	維	持	管	理	す	る	上	で	、	定	期	的	に	ト	ン	ネ	ル	内	部	の	状	況	、	ト	ン	ネ	ル	上	部	の	状	況	を	点	群	デ	ータ	取	得	し	、	変	位	を	監	視	す	る	必	要	が	あ	る	。	以	上	。					

注) 上部の受験番号等の記入欄は本試験のものとは異なります。

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 部門
選択科目	トンネル
専門とする事項	山岳トンネル施工計画

※

○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) 山間地のトンネル工事における周辺環境の課題																								
① 騒音、振動などの障害の低減化（生物保護の観点）																								
トンネル建設時には施工に伴う騒音や振動が発生する。その騒音、振動は周辺に生息する希少生物の産卵などの生育に影響を与える。そのため、いかに騒音、振動を低減し生物保護を行っていくかが課題である。																								
② 地質リスク低減化による周辺環境の保全（環境保全の観点）																								
トンネルルート上には河川や沢などがあり、トンネル建設によって河川が涸れる場合がある。特に砂質土などは透水しやすくリスクが高い。そのため、坑内からの止水工法や河川の保護などを行い環境の保全をおこなっていかなければならない。																								
③ 自然由来の重金属を含む掘削工の適切な管理（土壌汚染の観点）																								
トンネル掘削時には掘削土に自然由来の重金属が含有する場合がある。重金属を含有した掘削土を搬出すると汚染が拡大してしまう。そのため遮断シートで覆うなど適切な管理が必要である。																								
(2) 最も重要な課題及び解決策																								
① 騒音、振動などの障害の低減化は希少生物保護の観点から最も重要だと考え選択した。																								
① 設備による騒音、振動の低減化																								
トンネル建設時には工事に起因する騒音、振動が発																								

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。)

生し希少生物の生育に影響を与える。そのため、騒音、振動の低減化を発生騒音、振動から低減すべき値から目標低減値に対して設備の検討を行う。具体的には防音扉や防音型ハウスなど目標低減値に合わせて最適な設備を検討する。

② 発破の工夫による騒音、振動の低減化

トンネル発破では大きな騒音、振動が発生し影響を与える。そのため、発破の工夫による騒音、振動の低減化を図る。具体的には電子雷管を使用した制御発破により振動の低減を図る。騒音は爆薬量に左右されるため騒音低減が必要な場合には分割発破工法などを採用する。

③ 環境モニタリングによるフィードバック

希少生物などの生態は専門的な知識が必要である。そのため、専門家による生態の観測やトンネル建設による影響を把握する。その専門家の助言を基に施工にフィードバックし建設による影響を最小化する。

④ 施工の工夫による騒音、振動の低減化

トンネル坑外ではズリ搬出ダンプなどの稼働による騒音や振動が発生する。走行速度を下げることで騒音や振動を低減できるため、施工の工夫を行い騒音、振動を低減させる。

(3) 波及効果および懸念事項への対応策

波及効果：(建設業へのイメージ向上・・・内容失念)

令和3年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号							
------	--	--	--	--	--	--	--

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

技術部門	建設部門
選択科目	トンネル
専門とする事項	山岳トンネル

問題番号	Ⅲ－ 1
------	------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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	.	配 慮 す べ き 周 辺 環 境 に 関 す る 課 題	
①		地 下 水 位 低 下 や 河 川 等 水 量 の 減 少 防 止	
		トンネル掘削により、大量の湧水が発生した場合に	
		は、周辺の地下水位が低下し、切羽・天端等の変位だ	
		けでなく、影響範囲の河川等の水量が減少し、周辺環	
		境や流域の受益者へ多大な影響を及ぼす可能性があ	
		る。このため、工事中の安全性確保だけでなく公益性確保	
		や水量保持の観点から、地下水位低下や河川等水量の	
		減少への対策が課題である。	
②		汚 濁 水 の 流 出 防 止 ・ 縮 減	
		トンネル工事においては、坑口下流側へ濁水処理施	
		設を設置して、汚濁水を中和・ろ過した上で、下流河	
		川等へ放流するが、突発湧水等大量の湧水が発生した	
		場合、処理が追いつかず、下流へ濁水が流出し、周辺	
		環境に影響を及ぼしてしまう。また、施設の規模を大	
		きくし対応した場合にも、脱水ケーキ等の廃棄物が増	
		加する。このため、廃棄物削減・環境保全の観点から	
		汚濁水の流出防止・縮減への対策が課題である	
③		自 然 環 境 保 全	
		トンネル工事で発生する騒音・振動は、周辺に生息	
		する動物等に影響を及ぼす。特に周辺にクマタカ等の	
		猛禽類が生息している場合には、トンネル工事で発生	
		する騒音・振動が多大な影響を及ぼすことが確認され	
		ている。このため、周辺区域の生態系保全の観点から	
		自然環境保全への対策が課題である。	

●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

令和4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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

<u>2 . 最 も 重 要 と 考 え る 課 題 と 解 決 策</u>																								
<p>上記課題のうち、「地下水位低下や河川等水量の減少防止」が最も重要な課題であると考えられる。なぜなら、発生した場合の影響範囲が広範囲に及び、安全性・品質・公益確保の観点から、事前に対策を講じておくことが重要であると考えられるからである。</p>																								
<u>① デ ィ ー プ ウ ェ ル の 設 置 ・ 止 水 工 法 の 施 工</u>																								
<p>掘削中の地下水位低下防止や河川水量の減少防止のため、ディープウェルを設置し、トンネル上部の地山に薬液やセメントミルク注入等による止水工法を施工する。これにより、掘削時の湧水量を減少させ、安全性を確保した上でトンネル掘削工事を進めることができる。と考える。</p>																								
<u>② ウ ォ ー タ ー タ イ ト 型 の 覆 工 構 造 の 採 用</u>																								
<p>供用開始後も長期的に地下水位低下防止や河川水量の減少防止を図る観点から、トンネルの覆工やインバートは、水圧を考慮したウォータータイト型の構造とする。これにより、坑内への水量の流出を回避し、地下水位低下防止が期待できると考える。</p>																								
<u>③ 水 抜 き ボ ー リ ン グ ・ リ チ ャ ー ジ ウ ェ ル の 施 工</u>																								
<p>河川管理者等の同意を得た上で、掘削中の安全確保のため水抜きボーリングを施工した上で、①、②の対策工を施工し、さらにリチャージウェルを設置し、水位の回復を図ること、地下水位低下や河川水量の減少防止を図ることができると考える。</p>																								

令和4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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

3 . 新 た に 生 じ う る リ ス ク と そ れ へ の 対 応 策																								
弾	性	波	探	査	や	ボ	ー	リ	ン	グ	調	査	等	の	結	果	を	分	析	す	る	こ		
と	に	よ	り	,	高	い	精	度	で	地	山	の	地	質	状	況	等	を	事	前	に	把	握	
す	る	こ	と	が	で	き	る	よ	う	に	な	っ	て	き	て	い	る	。	さ	ら	に	標	準	
設	計	や	他	地	区	の	施	工	事	例	活	用	等	,	あ	る	程	度	の	変	化	に	も	
現	場	で	即	応	で	き	る	よ	う	に	な	っ	て	い	る	が	,	事	前	調	査	は	万	
全	な	も	の	で	は	な	く	,	特	に	湧	水	経	路	等	の	把	握	は	難	し	く	,	
掘	削	中	に	想	定	外	の	突	発	湧	水	に	よ	る	地	下	水	位	の	低	下	や	河	
川	水	量	枯	渴	等	の	リ	ス	ク	が	生	じ	う	る	こ	と	に	留	意	す	る	必	要	
が	あ	る	。	突	発	湧	水	は	,	地	山	崩	落	等	の	大	事	故	に	つ	な	が	る	
危	険	性	が	あ	る	た	め	,	対	策	と	し	て	は	,	前	記	,	①	・	②	・	③	
の	対	策	工	を	組	み	合	わ	せ	て	多	重	化	を	図	る	と	と	も	に	,	切	羽	
観	察	記	録	や	計	測	デ	ー	タ	等	の	施	工	記	録	と	調	査	設	計	資	料	と	
の	検	証	を	日	常	的	に	実	施	し	,	ま	た	,	変	化	点	等	で	は	,	発	注	
者	・	受	注	者	・	コ	ン	サ	ル	・	有	識	者	で	構	成	す	る	ト	ン	ネ	ル	地	
山	判	定	委	員	会	等	を	活	用	し	て	,	施	工	状	況	を	検	証	す	る	と	と	
も	に	,	適	正	な	対	策	工	を	講	じ	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。			
ま	た	,	河	川	管	理	者	や	受	益	者	等	と	の	協	議	に	あ	た	っ	て	は		
ネ	ガ	テ	ィ	ブ	情	報	な	ど	も	正	し	く	丁	寧	に	伝	え	る	こ	と	が	大	切	
で	あ	り	,	最	悪	の	事	態	も	想	定	し	,	補	償	問	題	等	に	発	展	し	た	
場	合	も	,	速	や	か	に	合	意	形	成	が	図	れ	る	よ	う	日	頃	か	ら	コ	ミ	
ュ	ニ	ケ	ー	シ	ョ	ン	を	図	っ	て	お	く	必	要	が	あ	る	。	現	場	の	作	業	
員	に	対	し	て	も	,	工	事	に	お	け	る	留	意	点	等	の	安	全	教	育	を	徹	
底	し	,	万	一	の	場	合	に	は	安	全	第	一	で	避	難	で	き	る	よ	う	,	体	
制	を	整	備	し	て	お	く	必	要	が	あ	る	と	考	え	る	。	一	以	上	一			

●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

Ⅲ－２ 都市部のトンネルは立地条件や地盤条件に応じて、当該地の様々な要素を考慮する必要があり、トンネルを長期にわたり健全に供用させるためには、これらの要素を作用として適切に設定し評価することが必要不可欠である。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) トンネルの用途にかかわらず適切に評価すべき作用を設定するうえでの課題を、作用の種類に関して技術者として多面的な観点から3つ以上抽出し、それぞれの観点を明記したうえで、その課題の内容を示せ。ただし、地震の影響は除くものとする。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える項目を1つ挙げ、調査・計画から施工までの各段階におけるその課題に対する複数の解決策を、専門技術用語を交えて示せ。
- (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。

【 R4 選択科目 】

(トンネルを長期にわたり健全に供用させるために必要となる評価すべき作用)

受験番号	| | | | | | | |	技術部門	建設部門	※
問題番号	Ⅲ-2	選択科目	トンネル	
		専門とする事項	トンネル及び地中構造物の計画、調査、設計、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	適切に評価すべき作用を設定するうえでの課題																								
(1)	透水性の高い地盤における地下水圧の作用																								
	河川等の水底部では、地質の変化が激しく、低土被り																								
	りで透水性の高い地盤で、河川等の水位変動等も伴っ																								
	て、非常に高い地下水圧がシールドトンネルに作用す																								
	ることとなる。																								
	このことから、長期間にわたりシールドトンネルに																								
	作用する地下水圧に対して止水性を確保する「シールド																								
	トンネルの水密性」が課題となる。																								
(2)	水底部における浮力の作用																								
	河川や海底等の水底部では、低土被りで透水性の高い																								
	地盤に加え、水位変動等の影響により、シールドト																								
	ンネルに浮力が作用し、浮き上がりや覆工が変形する																								
	恐れがある。																								
	このことから、長期間にわたりシールドトンネルに																								
	作用する浮力に対して安定性を確保する「シールドト																								
	ンネルの安全性」が課題となる。																								
(3)	海水による腐食作用																								
	海域沿岸部におけるシールドトンネルでは、地下水																								
	が塩水化しており、塩水化した地下水がシールド外周																								
	のみならず覆工から漏水等により内部に侵入すると、																								
	コンクリートの中酸化や接手部のサビなど腐食作用が																								
	進行することとなる。																								
	このことから、シールドトンネルに生じる腐食性環																								
	境に対して防食性・耐食性を確保する「シールドトン																								

●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。）

ネルの耐久性」が課題となる。

2. 最も重要と考える課題に対する解決策

私が最も重要と考える課題は、「シールドトンネルの水密性」であり、その解決策について記述する。

(1) シールドトンネルの線形計画

シールドトンネルの線形計画にあたっては、地質調査を綿密に行い、透水性の高い地盤や被圧滞水層等の高水圧となる地層を避ける線形を計画する。

(2) セグメントの止水計画

① シール工

長期的に止水性を確保するシール材の材質・形状や、高水圧や内水圧が作用する場合には、シール材の2条化やコーナー部のシームレス加工等について検討する。

② コーキング工

セグメント継手面内側に設けられたコーキング溝にコーキング材を充填する対策を図る。

③ ボルト孔防水工

ボルト孔防水工は、ボルトワッシャーとボルト孔の間にリング状のパッキンを挿入し、ボルトを締付けることによりボルト孔からの漏水を防ぐ対策を図る。

④ 注入孔における止水計画

コンクリートと金物の接合面での水密性を確保するリング状パッキンの設置、高水圧用逆止弁の設置、注入用キャップの止水性等の検討が必要である。

(3) シール工の設計

○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。）

	シ	ー	ル	材	の	反	発	力	に	よ	る	セ	グ	メ	ン	ト	へ	の	影	響	に	つ	い
て	検	討	を	行	う	。																	
(4)	継	手	の	設	計																		
	シ	ー	ル	材	の	設	置	に	伴	い	生	じ	る	セ	グ	メ	ン	ト	へ	の	接	面	応
力	を	踏	ま	え	た	接	手	の	緊	結	力	に	つ	い	て	検	討	を	行	う	。		
(5)	施	工	時	に	お	け	る	対	策														
①	セ	グ	メ	ン	ト	搬	送	時	の	防	護	対	策										
	セ	グ	メ	ン	ト	搬	送	時	に	お	け	る	接	触	等	に	よ	り	，	セ	グ	メ	ン
ト	に	貼	り	付	け	た	シ	ー	ル	材	が	損	傷	す	る	恐	れ	が	あ	る	こ	と	か
ら	，	セ	グ	メ	ン	ト	搬	送	時	の	防	護	対	策	を	図	る	。					
②	継	手	ボ	ル	ト	の	増	締	め														
	覆	工	後	，	時	間	の	経	過	と	と	も	に	接	手	ボ	ル	ト	の	締	結	力	が
低	下	す	る	こ	と	か	ら	，	定	期	的	に	増	締	め	を	実	施	す	る	。		
③	裏	込	め	注	入	工	の	確	実	な	実	施											
	裏	込	め	注	入	工	を	確	実	に	実	施	し	，	セ	グ	メ	ン	ト	か	ら	の	漏
水	を	防	止	す	る	と	と	も	に	，	必	要	に	応	じ	て	補	足	注	入	す	る	。
3	．	解	決	策	に	よ	る	波	及	効	果	と	懸	案	事	項	へ	の	対	応	策		
	上	記	解	決	策	の	実	施	に	よ	り	，	長	期	間	に	わ	た	る	シ	ー	ル	ド
ト	ン	ネ	ル	の	水	密	性	を	確	保	す	る	こ	と	が	で	き	る	よ	う	に	な	り
適	切	に	評	価	す	べ	き	作	用	を	設	定	す	る	う	え	で	の	課	題	の	一	端
を	解	決	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	し	か	し	，	解	決	策	の	実	施	に	あ
た	っ	て	は	，	多	大	な	費	用	を	要	す	る	も	の	や	施	工	に	一	定	期	間
を	要	す	る	も	の	が	あ	る	こ	と	か	ら	，	工	事	着	手	後	に	対	応	が	必
要	と	な	っ	た	場	合	に	は	，	発	注	者	と	受	注	者	で	十	分	協	議	し	，
受	注	者	の	負	担	と	な	ら	な	い	よ	う	適	切	な	設	計	変	更	を	行	う	。