

技術士第二次試験 選択Ⅲテンプレート

[illegible]

○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。）

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 我が国では、高度経済成長期に数多く建設されたインフラの維持管理時代に突入し、建設段階では想定していなかった不具合が点検や補修工事等の維持管理段階で多く確認されている。よって、確実かつ効率的なインフラの維持管理を行うためには、構造物の計画・設計段階から維持管理の確実性及び容易さに配慮した具体的な対応が求められている。

条件 ①

条件 ②

このような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

(1) 鋼構造物又はコンクリート構造物の計画設計段階において、維持管理上配慮しなければならぬ課題を、 条件③ 題意、技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し、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。(※)

(※) 解答の際には必ず観点を述べてから課題を示せ。

(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、これを最も重要とした理由を述べよ。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)で示した解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項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。

○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. 維持管理上配慮しなければならない課題

(1) 点検困難箇所 の 解消

道路橋点検では、道路法や基準に基づき近接目視点検（1回/5年）を実施しなければならない①。しかし、橋梁の狭隘部や死角など、検査路が無く近接目視による点検が困難な箇所が存在する。これにより、点検が不十分となり、ひび割れや鉄筋腐食等の潜在的な劣化が見逃される恐れがある。よって、保守性の観点から、点検困難箇所の解消が課題である。

① 基準という表現が抽象的です。道路法施行規則のことを言っているのですかね。具体的に書きましょう。また、道路法には「努めなければならない」、規則では「五年に一回の頻度で行うことを基本とすること」といった表現であり、「しなければならない」との表現が適切なのか疑義があります。

(2) 3Dレーザースキャナを用いた点群計測

コンクリート構造物のひび割れ損傷図は手描きによるスケッチ管理が主流である。しかし、この手法では大量にある既存構造物の情報取得②に時間を要し、診断結果に基づく補修要否等の意思決定が迅速にできずに劣化進行を見逃す恐れがある③。そのため、短時間で多くの損傷情報を正確に把握する必要がある。よって、新技術の観点④から、3Dレーザースキャナを用いた点群計測が課題⑤である。

○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。）

② →「情報収集」

③ 時間がかかることと見逃すことは別問題だと思います。時間がかかることを要因とする問題は、劣化が進行することではありませんか。

→「劣化が進行する恐れがある」

④ 文脈らするに、観点は「迅速性」としてはいかがでしょうか。

⑤ 背景は、損傷個所の把握がスケッチで時間がかかる何ですよね。それなのに、点群計測では測量の話になっています。背景を踏まえた課題を書きましょう。この場合は、「画像認識 AI による損傷診断の導入が課題」といったことが考えられます。

(3) 環境条件に配慮した品質確保

国交省資料（2020年）によると、道路橋のうち約11%が海岸から500m以内に位置し、約25%が凍結防止剤散布地域に存在している。そのため、沿岸部のRC構造物の約30%で供用後30年以内に鉄筋腐食による劣化が顕在化している。構造物の早期劣化を防止するため、建設時点での入念な耐久性確保が必要である⑥。よって、長寿命化の観点から、環境条件に配慮した品質確保が課題である。

⑥ 言っていることは間違いではないのですが、どうしても当たり前の指摘に見えてしまいます。もっと、前述の流れを汲んだ必要性を記述した方が良いですね。

→「このため、画一的な構造仕様ではなく、立地特性に応じた耐久力の強化が求められている」

2. 重要な課題選定と解決策

「環境条件に配慮した品質確保」は、長寿命化実現の結果、更新頻度を減らすことで交通規制等、社会的

○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。）

影響を抑制できると考え⑦、最も重要な課題と選定する。

⑦ 「コスト削減効果に加え、更新のための交通規制など社会的損失も小さくできるなど幅広い効果が期待できるため、」

(1) ライフサイクルコスト(LCC)の最適化

財源の有効活用ため⑧、コンクリート構造物の環境条件に応じてLCCの最適化を図る。維持管理性を考慮し、初期費用や維持管理費用といったLCCのバランスを取る⑨。例えば、重要度の高いトンネルには、高耐久性防水材料となるポリウレタン系防水材料を使用することで、浸水による早期劣化を防ぎ、長期的な維持管理費用が約20%削減できる。但し、LCC検討時、引用データが不正確な場合⑩、安全性が低下するため、維持管理技術者の知見を取入れ、分析結果の妥当性⑪を確認する。

⑧ 有効活用するのは当たりまえですので、「公共投資の効果を最大化するため」としてはどうでしょうか。

⑨ 「性」不要。また、バランスととるとは、何と何のバランスをとるのですか。バランスではなく、イニシャル・ランニングのトータルコストが最小になる状態を最適化としているのではありませんか。表現に違和感があります。

⑩ すべてが抽象的でどのような場合なのか分かりません。引用データとは何のデータですか、不正確な場合とはどのような状況でなぜ不正確となるのかといったことが分からず、主張に説得力がありません。

○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。）

⑪ これも⑩と同様抽象的です。知見とは、分析とは、どれも判然としません。ここが技術力の見せどころです。専門的な用語を用いて具体的に書きましょう。

(2) 環境モニタリングの実施

構造物の劣化予測精度向上を図るため、環境モニタリングを実施する。構造物周辺の環境条件（塩分量、温湿度、CO₂濃度等）を常時計測する環境センサーと、構造物本体の変状を検知する光ファイバーセンサーを設置する。得られたデータはAIによる環境変動予測モデルで分析し、将来的な劣化予測を行う⑫。特に点検が困難な海上橋脚の飛沫帯や床版張出し部において、品質確保が図れる⑬。また、早期の劣化発見により、補修コストを約15%削減できる（JCI指針）。

⑫ 「得られたデータは、・・・予測を行う」となっており、主語述語がおかしいですね。

→「これらセンサーから得られたデータを用いて、構造物の劣化予測を行う。予測に当たっては、環境変動予測モデルを活用しAIによりデータを分析する。」

⑬ モニタリングしても、状況が分かるだけであって、品質が確保されると言えるのでしょうか。品質確保というより、劣化を見逃さないといった効果が期待されるのでしょうか。

(3) 多重防護による耐久性確保

耐久性能の信頼性向上のため、環境条件に応じた多重防護を導入する。例えば、非常に厳しい環境下となる凍結防止剤散布区間の橋梁床板において、一次防護としてシラン・シロキサン系含浸材（含浸深さ10mm以上）を施す。二次防護として柔軟型エポキシ樹脂系

○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。）

表面被覆工（膜厚0.5mm以上）を適用する。これにより水分・塩分の侵入を防ぎ、過酷な環境下でもコンクリートの劣化を抑制し、品質を確保する^⑭。なお、表面被覆材の耐用年数は約15年であるため、補修効果に応じて^⑮塗替えを維持管理計画に組み込み長寿命化を図る。

⑭ 一次防護と二次防護の効果は、それぞれ同じなのでしょうか。多重化させるのは、どちらかがダメになってももう一方の効果で劣化を防ぐということなのでしょうか。やることと結果だけが記載されており、行動の目的がいまいちはっきりとしないです（最初に記載のある信頼性の向上だけだとおピンときません）。

⑮ これもよく分かりません。耐用年数が15年であるならば、15年ごとの塗り替えを計画すれば良いのではないですか、「補修効果に応じて」とはどのような判断なのでしょうか。

3. 将来的な懸念事項とその対策

(1) 専門技術者の不足

維持管理者は最新の維持管理技術に加えてAI・通信技術等の新たなスキルが必要となる。そのため、維持管理技術とAI・通信技術を兼ね備えた技術者が不足する懸念がある。対策として、最新技術を習得・更新するため、土木研究機関やAI・通信メーカーと連携した研修を行い^⑯、上記技術者を育成する。

⑯ 連携して研修を行うというより、「連携して研修プログラムを開発したうえで」としてはいかがでしょうか。

(2) 維持管理の継続不能

○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。）

環境モニタリングの依存により、システム障害時の代替不足で維持管理の継続が不能となる懸念がある^⑰。対策として、目視による従来点検との併用と、システム障害を想定した緊急訓練を定期的に実施する。以上

⑰ まず、表現が分かりづらいです。システム障害児の代替不足とはいったい何を言いたいのでしょうか。そもそも、環境モニタリングとは、状態を監視・追跡するための観測や調査のことですね。システム障害が生じた場合は、状態の把握できなくなるだけで、維持管理そのものが継続できないとした理由は何なのでしょう。状況と結論が結びつきません。