

II-1-3 技術の進歩に伴い、構造材料の高強度化が普及しつつある。鉄筋又はコンクリートいずれかの高強度材料について特徴的な性質を説明し、設計や施工における留意点について述べよ。

作成日 2021.7.12
課題年 2021/R3
問題番号 II-1-3
評価 A
部門 建設部門
専門科目 鋼構造及びコンクリート(コンクリート設計)

高強度コンクリート (60N/mm²) について述べる。

1. 特徴的な性質

フレッシュ時は、流動性、粘性が高く、水和熱が大きい。粉体量が多くなるため、水和熱が大きくなる。また、粘性が高いため、圧送負荷、練り混ぜ時の負荷が大きい。

硬化時は、緻密であるため劣化因子（水、酸素等）が浸入しづらく、耐久性が高い。一方で、空隙が少ないため、火災を受けた場合、爆裂の影響を受けやすい。

高強度であるため、PC部材に使用した場合、高いプレストレスをかけることができ、薄肉化、長スパン化することができる。これにより、基礎の負荷を軽減できる。

2. 設計・施工時の留意点

設計時は、~~弾性変形以降に脆性的な破壊形態となることに留意する。~~

■このような特性があるならできたら1で触れておくようにしてください。留意するとは具体的に何をどうすることですか。その独創的な工夫がコンピテンシーとなります。

高強度であるため、弾性域内で保持できる応力は大きいですが、応力超過後の破壊は脆性的である。その対策として、塑性化によるエネルギー吸収を期待する部材に使用する場合は、鋼繊維などの短繊維を混合（2%程度）し、曲げタフネスを向上させる。

施工時は、水セメント比が小さく、水和が活性化され、ブリージングが少ないため、プラスチック乾燥ひ

び割れと自己収縮ひび割れに留意する。この対策として、湿潤養生を十分行うとともに膨張材を添加しひび割れを防ぐ。

II-2-2 建設から30年以上が経過し、老朽化が進んだ構造物に対する耐震補強を実施することとなった。既設構造物の性能を評価し、現行の基準類を満たすように耐震性能を向上させる目的で、あなたが担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 対象とする既設構造物と老朽化の状況を設定し、老朽化の状況を踏まえた耐震補強を行ううえで、調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 留意すべき点、工夫を要する点を含めて業務を進める手順について述べよ。
- (3) 業務を効率的・効果的に進めするための関係者との調整方針について述べよ。

作成日 2021.7.12

課題年 2021/R3

問題番号 II-2-2

評価 A

部門 建設部門

専門科目 鋼構造及びコンクリート(コンクリート設計)

1. 対象とする既設構造物：~~緊急輸送路に架かる河口~~付近の河川を跨ぐ2径間橋梁の単柱式RC橋脚の耐震補強。(上部工は補強対象外)

老朽化の状況：下部工、上部工ともに0.3mm程度のひび割れが部分的に生じている。一部、鉄筋が露出。

■「鉄筋の露出」と上↑にあるのに、下記ではその対処がかかれていません。

1. 調査、検討すべき事項

(1) 机上調査、現地調査

■基礎的調査、初期のスクリーニング調査は特別ねらいが見えないので挙げる必要はありません。老朽化したRC橋脚の耐震補強では何が支配因子なのか。近年の基準改正のチェックポイントは何か、が問われています。

~~設計に当たり諸元を把握するため、使用材料の種類、強度、配筋、構造(寸法、基礎形式)、地盤条件等を確認する。現地調査では、竣工図との差異、損傷状態(位置、寸法等)、重機、資材の搬入路等を調査する。併せて、損傷原因を定量的に把握するため、物理試験(塩化物イオン量、中性化深さ)を行う。~~

(2) 目標とする性能、性能評価方法の検討

要求性能を、残供用年数、防災上の重要度等を踏まえ決定する。緊急輸送路の橋であるため、レベル2地震動に対し、限界状態2を確保する。耐震診断手法を、固有振動モード、支承条件、塑性化を考慮する部材等を踏まえ決定する。

(3) 補強工法の検討(老朽化対策含む)

要求性能を満足する補強工法を、ライフサイクルコ

スト、施工性、河川の制約条件（通水流量、河積阻害等）を踏まえ決定する。ひび割れ等に対しては、劣化因子（塩分）の除去工法、補修工法を検討する。

2. 業務を進める手順

手順(1) 補強設計

■ このような↑形式的な手順の見出しではなく、本質的な設計趣旨、すなわちせん断→曲げ破壊型に修正することを示すようにしてください。このほかクラック対策も示す必要があります。

既設橋脚の耐震性能を評価し、要求性能を満足する補強構造を決定する。損傷に対し補修工法（断面修復工等）を設計する。補強時の留意点は、破壊形態を曲げ破壊型とすることである。工夫として、靱性補強を優先し、塑性化によるエネルギー吸収を考慮し、補強費用を抑える。

~~手順(2) 施工計画~~

~~上部工補修のための吊足場、橋脚補強のための仮締め切り工等の仮設工を計画し、工程計画を立案する。留意点は、河川内工事は非出水期しかできないことである。工期を短縮する工夫として、補強鉄筋（RC巻立て工）の継手を機械式とする。~~

■ 大事なことです、これは施工計画の領域なので簡潔に済ませるようにしてください。

手順(3) 補強工事

~~所要の出来形、品質を管理の上、補強工事を行う。留意点は、補強鉄筋と既設鉄筋との干渉による工事の手戻りである。工夫として、竣工図との差異を事前調~~

査 (RC レーダー) で十分把握する。

■一般的な工事管理の事項です。前提とした橋梁基礎に関する技術的提案はありませんか。

3. 関係者との調整方策

~~設計、工事の手戻りを防止~~するために設計初期段階で河川協議を行い、設計の制約条件（施工可能時期、通水断面等）となる事項を確認し、設計へ反映する。

■この↑関係者とはだれなのか。「関係者」と求められているの関係者の名前を明言してください。なおこれは設計作業の留意点ではありませんか？

老朽化対策として、再劣化防止策（表面被覆工等）を行う場合、その必要性を発注者に説明し、理解を得る。劣化曲線図などの視覚的な資料を使い説明する。

■新たに発想された新規な留意点であり、問2に書いた業務の「調整」とは違うようです。

問2に書いた3業務を効率的に進める、そのための関係者との調整方策を書くようにしてください。

Ⅲ-2 我が国は、大量の鋼構造物やコンクリート構造物の維持管理が社会問題となっている。特に、従来からの事後保全型メンテナンスには限界が叫ばれ、持続可能なメンテナンスサイクルの実現に向けて、新しいメンテナンス手法の導入やシナリオの転換が求められている。このような状況を考慮して以下の問いに答えよ。

(1) 近年、予防保全型メンテナンスが期待されているものの、未だその推進は十分とは言い難いのが現状である。このような現状に対し、鋼構造及びコンクリートの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、その内容を示せ。(2) 抽出した課題のうち、あなたが最も重要と考える課題を1つ選択し、その課題に対する複数の解決策を示せ。(3) 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、専門技術を踏まえて考えよ。

作成日 2021.7.12

課題年 2021/R3

問題番号 Ⅲ-2

部門 建設部門

評価 A

専門科目 鋼構造及びコンクリート(コンクリート設計)

1. 予防保全型メンテナンスの推進に当たっての課題

(1) 点検・状態把握の高度化

点検は現地での近接目視による状態把握が基本である。しかし、この手法はコスト、人的資本が多くかかる。市町村は、点検費用が高く予防保全型管理のための修繕費を確保できていない。

よって、点検を効率化する観点から、状態把握の手法を高度化することが課題である。しかし、ドローン等で効率的に状態を把握する技術が普及していない。

■ ここはとてもよく述べられていますので◎です。

(2) 維持管理記録の高度化

点検調書は現場で作成する損傷図、写真を基に手作業で作成しており時間がかかる。また、修繕工事は2次元の図面で行っており、理解に時間がかかるとともに、間違いが生じやすい。

よって、調書作成や修繕工事の理解に要する時間を削減する観点から、維持管理記録を高度化することが課題である。しかし、自動点検調書作成システムや3次元モデルの導入が進んでいない。

(3) 診断の高度化

健全度評価、補修時期の診断等は技術者が技術的知見に基づき定性的に行っているため、バラツキが生じやすい。なお、今後、高齢化で大量の熟練技術者が退職するため、属人的な診断では限界がある。

よって、判断を効率化するため、診断を高度化する

ことが課題である。しかし、診断技術の開発に資する点検、修繕記録などのビッグデータは各管理者で保有しており集約、オープン化できておらず、診断技術の開発、現場導入が進んでいない。

2. 重要な課題と解決策

(1) 重要な課題とその理由

■ 課題の選定理由までは求められていませんのでここまでの根拠は不要です。こうした判断が決定的な能力にはならないと試験官は見ているようです。

~~私は、課題(3)「診断技術の高度化」が最も重要な課題と考える。~~

~~その理由は、課題(1)、(2)に比べ、解決した場合の持続可能なメンテナンスサイクルの実現への波及効果が大きいと考えるからである。修繕は診断結果に基づき行っているため、診断の精度が劣ると、適切な時期に修繕が行えず、劣化の進行により修繕費が増加するとともに、安全性が低下する。~~

(2) 解決方針と具体策

課題(3)の解決方針は、点検、修繕記録などのビッグデータを集約、オープン化し、診断技術の開発を促進させ、現場導入を進めることである。

具体策①：ビッグデータを基にAI劣化診断技術を開発し現場で活用する。AI技術は、部材やコンクリート強度に応じた診断を行えるようにする。

■ ここはとてもよく述べられていますので◎です。

具体策②：既設コンクリート構造物にセンサー(LPWA等)を設置し、ひずみ、固有振動数等のデータを取得し、AIで修繕時期を判断する。

具体策③：取得した応答値や部材の残断面から残存強度、劣化曲線を算出する。その劣化曲線から今後の劣化進行を予測する。これを基に定量的な管理水準を設定する。

具体策④：健全度、残存強度、劣化予測を踏まえ、AI技術で修繕の優先順位を自動で決定する。

ここで留意すべき点はデジタル人材の育成を行うことである。建設業はデジタルシフトが遅れており、デジタル技術を使用できる人材が少ない。そこで、国が主導しデジタル教育の研修会、IT人材との交流会などを行い、デジタル人材を育成する。

3. 解決策に共通して生じうるリスクとその対策

診断をAIに頼ることで、技術者が技術的検証をする機会が減り技術力が低下し、緊急時の対応力が低下するリスクがある。これにより、構造物の安全性が低下するリスクがある。また、AI解析技術の誤診断による既存インフラの安全性低下リスクがある。例えば、修繕すべき構造物が放置される可能性がある。

■ここはととてもよく述べられていますので◎です。

その対策として、OFF-JTによる教育、ベテラン技術者

とチームを組んだ業務遂行、AI技術の誤診断チェック体制の構築を提案する。現場作業はデジタル技術を使う若手とベテラン技術者がチームを組んで行う。デジタル技術は、最新が常に変化するため、その妥当性を検証できる体制を整備しておく。デジタル技術は発展途上であるため、定期的な見直し、バージョンアップなどの作業が必要となる。

以上

問題文 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。こうした状況下の下、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。

作成日 2021.7.14
課題年 2021/R3
問題番号 I-2
評価 A
部門 建設部門
専門科目 鋼構造及びコンクリート

1. 災害が激甚化・頻発化する中での新たな風水害対策の課題

← ■ 見出しは短く1行以内で表記してください。

(1) 安心安全なまちづくり

■ アンダーライン↑はなくても構いません。

二酸化炭素排出量増加に伴う地球温暖化により、頻発化・激甚化する風水害に対して、被害を最小化し、住民の安心・安全な生活を守るためには、都市のコンパクト化において、より安全地域への移住誘導といったまちづくり上の規制・誘導策と、防災・減災に真に必要な事業を総合的にパッケージで展開する仕組みを構築する事が課題である。

(2) 予防保全への転換と防災インフラの構築

建造物の維持管理は、現況事後保全となっており、体系的な維持管理となっていない。建造物に劣化が起こっていると発災時に防災インフラが所定の機能を発揮しないリスクがある。求められる機能を発揮するには、所定の性能を常に満足していることが必要であり、そのためには、事後保全から予防保全に転換していく必要がある。

(3) リダンタンシーの確保

大規模な自然災害の発生により経済社会に多大な影響を与える恐れがある。なぜなら、我が国の人口は大都市に集中しており、経済、政治、行政機能も大都市に集積しているため、大規模な自然災害が大都市で発

生すると主要な機能が停止することが懸念されるからである。また、災害復旧を支えるネットワークが弱いことも要因として挙げられる。

2. 最も重要と考える課題と複数の解決策

上記の課題の中で、(3) リダンタンシーの確保が最も重要な課題と考え、以下に解決策を示す。

(1) コンパクト + ネットワーク

大規模な自然災害に対してリダンタンシーを確保するにはコンパクト + ネットワークが有効である。なぜなら、コンパクト化により行政サービス等を集約化し、ネットワーク化により圏域人口を拡大することで地方創生を促し、大都市への人口流出を緩和することができると考えられるからである。

■ コンパクトシティーは課題1に相当するのでここでは領域外です。リダンタンシーについて集中しましょう。

また、~~リニア中央新幹線の開通によるスーパーメガリージョンを形成することで、1日目の移動圏域を拡大することで、対流を促進し、地方の活性化に寄与できると考えられる。~~

■ 解決策がやや発散しています。風水害との対応を明確にするようにしてください。網羅的に広い視点を示すため解決策として3項目程度は欲しいです。

(2) 災害復旧を支えるネットワークの強化

大規模な自然災害に対してリダンタンシーを確保す

るには災害復旧を支えるネットワークの強化が有効である。なぜなら、災害復旧を支えるネットワークを強化することで、大規模な自然災害発生後、迅速な復旧を可能にし、経済社会に与える影響を緩和できると考えられるからである。

具体的には、大都市の高規格環状道路の未整備区間の整備や高規格幹線道路の暫定2車線区間の解消、緊急輸送道路の耐震性を向上させることも有効である。

3．新たに生じるうるリスクとその対策

(1) 新たなリスク

コンパクト＋ネットワークや災害復旧を支えるネットワークの強化を推進する上で、特に人口減少が進む地方部では費用対効果の観点から事業化が困難になることがリスクとして挙げられる。

■ 解決策の推進段階でのことではなく、完成した時点でのリスクを求めています。

(2) 対策

防災の観点での便益を費用便益分析に適切に反映し、事業の有効性を示すことが挙げられる。また、発現したストック効果を取りまとめ、見える化・見せる化することで国民のコンセンサスを得ることも重要である。

■ 費用便益分析は、すべてのインフラに行われており、ここでのテーマ「風水害」に対応した内容ではないみたいです。

4．業務遂行に当たり必要となる要件

(1) 技術者倫理の観点

事業を行う際には、予算や工期面など様々な制約があり、その中で判断を迫られる場合がある。しかし、いかなる場合も不正を行わずに業務を進めることが技術者としての倫理の観点から必要である。

■ 技術者倫理とはもちろん不正を行ってはいけません。あまりにも悪すぎる喩えでは正しい説明になりません。もっと高い倫理観の例を示すのが良いでしょう。

(2) 社会の持続可能性の観点

社会の持続可能性の観点から必要となる要件として、生物多様性の保全が挙げられる。生物の多様性を保全するためにはグリーンインフラの採用を検討することが重要である。具体的には多自然川づくりやエコロードを推進することで生物多様性の保全による持続可能な社会の形成に貢献できると考えられる。

■ こちら↑は正解◎です。末尾の「以上」はなくても構いません。

以 上

問題文 II-1-4

既設コンクリート構造物において、浮きやエフロレッセンスを伴うひび割れが局所的にみられた。当該構造物を長期間供用していくために詳細調査計画を策定すべく、非破壊試験を適用したい。そこで、生じている現象から推定される構造物内部の変状を想定したうえで求められる情報と適用すべき非破壊検査手法の組合せを2つ提案し、それぞれの計測原理及び実施に対する留意点を述べよ。

作成日 2021.7.14

課題年 2021/R3

問題番号 I-1-4

評価 A

部門 建設部門

専門科目 鋼構造及びコンクリート

局所的な変状であることから、~~鉄筋のかぶり不足による鉄筋~~の発錆に伴う浮き、エフロレッセンスを想定

■ 構造物の部位と「生じている現象」だけを示す。

(1) 赤外線サーモグラフィ法による内部欠陥の推定

赤外線サーモグラフィ法は、日射等により生じた健全部と欠陥部の温度差を計測することで内部欠陥の検出を行う非破壊試験である。

測定に当たっては、1日の日射受熱量が最大となる時間帯等健全部と欠陥部の温度差が大きくなる時間帯に測定を行う必要がある。なお、気温差が小さい場合や日射がない箇所、コンクリート表面が濡れている場合や汚れている場合は温度差が生じにくいいため、~~④ 内部欠陥と誤認する可能性があるため留意が必要である。~~また、~~⑤ 検出深度は表面から10cm程度であることも留意が必要である。~~

■ ④はどうか処置すればよいのか。行動まで示すと留意点として評価できます。

⑤は制約事項。対処不能なので別な解決が必要です。そこまで示すように。

(2) 電磁波レーダ法によるかぶり厚さの推定

電磁波は、金属を透過せず、金属表面で全てを反射するという性質を利用した非破壊試験である。装置から発信した電磁波の反射波を受診することで、到達時間や強度などを測定し、反射波形を画像化することで鉄筋位置の推定を行う。

コンクリートの比誘電率は、含水率による影響が大きく含水率が高い場合や表面が濡れている場合には、精度が低下したり計測できない場合がある。反射波形の判読は、技術者の経験や技量により測定精度が左右されることに留意が必要である。

■ これも具体的な処置、対処法を技術士としてノウハウを示すように。できないこと、誤差が大きい・・・では使えません。

以 上

問題文 II-2-2

建設から30年以上が経過し、老朽化が進んだ構造物に対する耐震補強を実施することになった。既設構造物の性能を評価し、現行の基準類を満たすように耐震性能を向上させる目的であなたが担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について、記述せよ。

(1) 対象とする既設構造物と老朽化の状況を設定し、老朽化の状況を踏まえた耐震補強を行う上で、調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。

(2) 留意すべき点、工夫を要する点を含めて業務を進める手順について延べよ。

(3) 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延べよ。

作成日 2021.7.14

課題年 2021/R3

問題番号 I-2-2

評価 A

部門 建設部門

専門科目 鋼コン

・対象とする構造物：市街地を通過するコンクリート単柱式橋脚を有する鋼連続版桁橋

・老朽化の状況：上部工の伸縮装置のといからのろう水が橋脚をつたってかぶり不足と思われる箇所に浮きや錆び汁が発生している

1. 調査・検討すべき事項とその内容

(1) 対象橋梁の保有性能

橋梁の設計・施工に関する既存資料（完成図書、橋梁補修・補強資料等）を確認し、耐震設計に必要な情報を整理し保有する耐震性能を確認する。

■具体的に「保有する耐震性能」はどう確認するのかを示すように。資料確認は簡潔に。

(2) 耐震補強工法の事前検討

耐震補強工法は、橋梁の構造条件、河川や交通量等が施工条件に影響されるため、様々な制約条件を考慮した最適な耐震補強工法を経済合理性を踏まえ選択する。具体的には、橋脚補強は橋脚の水平耐力を過度に増加させることなく、じん性を向上させ粘り強い構造とする。方策としては、コンクリート充填工法や断面増し厚工法を考える。また、橋梁全体の補強については、橋全体の耐震性能の向上を図るものとし、個別部位の補強は最低限な補強に留める。橋梁全体の補強方策としては、免震工法や慣性力分散工法、変位拘束工法を検討する。

■具体的解決法に入り込みすぎています。ここでは調

査、検討にとどめ、解決策は2で述べるように。

2. 業務を進める手順及び留意点と工夫を要する点

(1) 現地調査

~~必要に応じて道路交通制限や高所足場の設置など安全条件の設定を行う。また、耐震補強を行う橋梁の劣化度や耐久性、損傷状況、施工を行う際の周辺状況等の情報を把握し、設計や施工に反映させる。~~

■ せっかく1でまとめられたのに、生かされていません。白紙から現場施工管理するみたいです。

そして鋼コンなので施工管理より、コンクリート管理に重点を置くように。

(2) 耐震補強設計

~~道路橋示方書で決められた手順に従い耐震補強設計を行う。また、関係者でデザインレビューを実施する。~~

(3) 現場施工

~~事前調査で得られた情報を施工計画書に反映し、施工従事者に施工計画の説明を実施する。~~

~~品質向上として、橋脚のコンクリート巻き立て工法は、過密配筋かつ巻き立て厚さが薄いため高性能AE減水剤を用いた締固め管理や耐震性能として要求される新旧構造物の応力伝達が確実に行われるような接着面の管理に留意する。~~

■ これら↑のことを4～5の時系列の「手順」として挙げて、述べると良いでしょう。

3. 関係者との調整方策

関係者との協議は、影響が生じる可能性のある関係機関の**特定に努める**。協議を的確に行うことで、工事着手の遅延回避、協議の成立待ちによる手待ちを回避し施工期間の**短縮が図られ、利害関係者への影響を最小限にとどめる**ことが可能となる。

■現場管理の戦術みたいで、真の効率化ではないみたいに感じます。そのようなテクニックではなく、具体的に2の作業をどう改善するかについて述べてください。

近隣住民に対しては、視覚的に分かりやすい資料作成が有効と考え、C I Mを活用し3次元モデルを用い施工ステップや道路交通規制状況を視覚的に説明することで工事に対する理解度向上を図り、合意形成に努める。

■住民はC I Mの3Dの説明などを求めるでしょうか。住民が不安視して反対するのは2Dが原因だからではありません。本質を見極める必要があります。試験の対策ではなく、プロの提案を。

以 上

我が国では、大量の鋼構造やコンクリート構造物の維持管理が社会問題となっている。特に、従来からの事後保全型メンテナンスには限界が叫ばれ、持続可能なメンテナンスサイクルの実現に向けて、**新しいメンテナンス手法の導入やシナリオの転換が求められている。**このような状況を考慮し以下の問いに答えよ。

(1) 近年、予防保全型メンテナンスが期待されているものの、未だその推進は十分とは言い難い状況である。このような現状に対し、鋼構造及びコンクリートの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の内容を示せ。

1. 予防保全型メンテナンスにおける課題

(1) 地方自治体におけるメンテナンスサイクル

道路橋は、全国に約70万橋存在しその内約7割になる約50万橋が市町村道であり、地方自治体の管理する道路橋をいかに効率的・効果的に管理していくかが重要である。また、限られた予算や技術者の中、地方自治体だけで維持管理を行うことは困難な課題がある。

■ 困難さに終始するのではなく、現状を打開する新しいメンテナンス手法やシナリオ転換を鋼コンの視点から述べるように。

(2) 点検品質の確保

道路橋の定期点検において、点検困難箇所を多く有する事や部材別の健全度評価だけではなく、構造物全体としての健全性評価も必要なことから、点検技術者には高度な技術力が求められる。しかし、少子高齢化に伴う新規就労者の減少や厳しい建設産業の労働環境による就労者の定着が進まないことから、技術の伝承が十分に行えず、点検品質が低下することが懸念される。

(3) 人口減少社会への対応

我が国は今後、少子高齢化が急速に進行することにより、コンパクトシティ化の進行が見込まれる。これにより、中山間地域等の過疎化が更に進行し今後消滅する集落の発生も見込まれる。このため、中山間地域等の使用頻度が極端に少ない社会インフラについて、

廃止・撤去等の選択と集中を行うことが人口減少社会対応から重要である。

■ このテーマはどこから出てきましたか。予防保全型メンテナンスに焦点を絞って課題を挙げるように。

2. 最も重要と考える課題と複数の解決策

上記の課題の中で、(1) 地方自治体におけるメンテナンスサイクルが最も重要な課題と考え、以下に解決策を示す。

(1) ICT・AI技術の活用

点検・診断等にICT・AIによる新技術を活用することで、省力化・効率化・低コスト化を行うことが重要である。具体的には、ドローンによる橋梁点検やAIによる構造物変状の診断が挙げられる。

■ 提案はOKです。ただし「地方自治体におけるメンテナンス」と系統がやや違うようです。技術志向の課題名が欲しかったです。

(2) 基準類の整備等

点検・診断結果のバラツキや維持修繕等の不適切な工法採用を回避するため統一した基準やマニュアルの整備が重要である。国が主導して統一した基準やマニュアルを整備し、点検・診断や維持修繕工事の品質向上を図る。また、PPP/PFIによる民間人材を活用することで地方自治体の技術者不足の解消、民間のノウハウを取り入れることで業務の効率化を図る。

(3) データ活用型インフラメンテナンス

IOTの新技术により、計測・点検、補修・更新等の膨大なデータが得られる。これらの情報を有効活用できる様に、インフラメンテナンス2.0の推進を行う。具体的には、各管理者の保有している情報から、電子化すべきデータの項目・内容等の統一を図り、併せて各管理者、企業、研究機関等が保有しているデータベースを活用することで、得られた情報を各管理者間相互共有や多くの情報分析によるメンテナンスの高度化、効率化が可能となる。

3. 新たに生じるうるリスクとその対策

(1) 新たなリスク

ドローン等の無人点検や新たなデータベース構築には、地方自治体特に小規模な市町村では、人材・体制、予算面で難しく、データ活用型インフラメンテナンス導入が進まない。

■ 比較的わかりやすい懸念事項であって、前提みたいなことです。リスクとは、もう少し深く考えて、技術士以外では予測困難なことがふさわしいです。手段的な事項よりシステム、根幹にかかわることを挙げてください。

(2) 対策

国による新たな補助金制度の設立や道路メンテナンス会議による各管理者と技術の共有を図ることや研修を通して体系的な技術アドバイスを実施する。また、

P P P / P F I による民間人材を活用することで地方自治体の技術者不足の解消、民間のノウハウを取り入れる。

以 上

II-1-2 鋼部材を高力ボルトにより連結する方法において、応力伝達機構から分類される接合方法を2つ挙げ、接合方法ごとに特徴と設計及び施工上の留意点について述べよ。ただし、高力ボルトと溶接を併用する接合方法は含めないものとする。

作成日 2021.7.11 (即復元)
課題年 令和3年度
問題番号 II-1-2
評価 B、IIⅢ総合でA
部門 建設部門
専門科目 鋼構造

(1) 摩擦接合

1) 特徴 : 摩擦接合は、高力ボルトにより強力に締付け、材間に生じる摩擦抵抗により応力を伝達する接合方式である。

■ いずれもよく解答できています。正解です。

2) 設計・施工上の留意点

① 設計 : 応力の伝達機構から接合面に板厚差があると応力の伝達が十分にできなくなるため、フィラープレート挿入し、密着性を高める。

② 施工 : 使用前にキャリブレーションを行う。締付け機械に設計で想定する軸力が得られるか確認するためである。また、トルシア形高力ボルトの軸力が導入されたか確認するため、ピンテールの破断を確認する。

(2) 支圧接合

1) 特徴 : 支圧接合は、ボルト軸部のせん断抵抗及びボルト軸部と孔壁との支圧力によって応力を伝達する接合方式である。

2) 設計・施工上の留意点

① 設計 : 応力の伝達機構から接合面に肌隙があっても適用可能である。その一方で、ボルト軸部を介するため疲労のリスクがある。そのため孔径を貫通・停止ゲージで管理を行う。

② 施工 : 支圧接合に使用する打込み式高力ボルトは、施工時に騒音がともなうため、防音パネルを設置する等、周辺環境に留意の上、施工を行う。

II-2-2 建設から30年以上が経過し、老朽化が進んだ構造物に対する耐震補強を実施することとなった。既設構造物の性能を評価し、現行の基準類を満たすように耐震性能を向上させる目的で、あなたが担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 対象とする既設構造物と老朽化の状況を設定し、老朽化の状況を踏まえた耐震補強を行ううえで、調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 留意すべき点、工夫を要する点を含めて業務を進める手順について述べよ。
- (3) 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。

作成日 2021.7.11 (即復元)
課題年 令和3年度
問題番号 II-2-2
評価 B、ⅡⅢ総合でA
部門 建設部門
専門科目 鋼構造

(1) 対象鋼構造物と老朽化状況、調査・検討事項

1) 老朽化の状況

対象既設構造物は、鋼トラス橋であり、現行の耐震基準で補強する前に横構ガセットプレート（以下GPL）が破断した。そのため、破断したGPLの交換を行うとともに破断しなかったGPLの耐震補強を行う。また、落橋の危険があるため、通行止めになっている。

■ここまでの込み入った設定は不要です。

問題のねらいは。1 現行の基準を満たすように耐震性能を向上させ、2 老朽化の状況を設定し、老朽化の状況を踏まえた耐震補強を行う、の2点です。

2) 調査・検討事項

① 現地調査：破断したGPLの調査及び既設添接面の変形等の調査を行う。

■このように補修箇所を絞り込んでしまうと逆効果です。得意分野への解答の作為的な縮小に見えれば、消極的姿勢ととられかねません。

答えの汎用性は重要な正解の要件であることを忘れてはいけません。

② 机上調査：既設の新設時の設計図書やその後の工事履歴を調査し、復元図を作成する。また、①の調査結果を復元図に反映する。

③ 構造検討：②の復元図を基に被災状況を再現したFEM解析を行い、構造を検討する。

④ 接合方法検討：既設添接面の変形に合わせて接合方

法を検討する。

⑤ 設計値と実応力の比較検討：F E M解析結果と静的
載荷試験結果の比較検討を行う。

(2) 業務を進める手順

①から⑤の手順で業務を進める。以下に留意点、工夫点を述べる。

1) 構造検討

交換するG P Lの板厚は当初より増厚し、再度同程度の地震が来ても耐えられる構造とする。また、破断しなかったG P Lは当て板で補強する耐震補強を行う。さらに交換するG P Lの構造は複雑で、同様の加工を再現すると加工工程に数日かかる。そのため、構造を省力化し、一日でも早い交通開放を目指す。

2) 接合方法検討

既設添接面が変形している場合、接合面に肌隙が生じる。そのため、摩擦接合では十分な応力の伝達ができないため、肌隙があっても適用可能な支圧接合を採用する。

3) 静的載荷試験

部材交換後、静的載荷試験を実施し、F E M解析結果と近似していることを確認の上、交通開放を行う。理由は、もし間違った設計を実施したまま交通開放した場合、再び損傷する可能性があるためである。

(3) 関係者との調整方策

関係者との調整方策にI C T技術を活用する。具体

的にはウェアラブルカメラを使った遠隔確認である。ウェアラブルカメラの映像をネット経由で発注者の事務所に送ることで、破断状況を確認することができる。このため、発注者と警察が協議を行い、通行止めを行う判断を迅速に行うことができる。また、落橋による重大事故や第三者災害を未然に防止することができる効果もある。

■ ウェアラブルカメラの提案は橋の常時監視が狙いで
すか。しかし問題文は老朽化構造物の耐震補強の効率
化を求めています。そのための調整です。やや意味が
違うように感じます。

Ⅲ-2 我が国では、大量の鋼構造物やコンクリート構造物の維持管理が社会問題となっている。特に、従来から事後保全型メンテナンスには限界が叫ばれ、持続可能なメンテナンスサイクルの実現に向けて、新しいメンテナンス手法の導入やシナリオの転換が求められている。このような状況を考慮して以下の問いに答えよ。

- (1) 近年、予防保全型メンテナンスが期待されているものの、未だその推進は十分とは言い難いのが現状である。このような現状に対し、鋼構造及びコンクリートの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、その内容を示せ。
- (2) 抽出した課題のうち、あなたが最も重要と考える課題を1つ選択し、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) すべての解決策を実行しても新たに生じ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。

作成日 2021.7.11 (即復元)
課題年 令和3年度
問題番号 Ⅲ-2
添削履歴 0回
部門 建設部門
専門科目 鋼構造

(1) 予防保全型メンテナンス推進の課題

1) 担い手の観点

現場の技能労働者の高齢化や若年就業者の減少により担い手が不足している。その一方で、インフラ老朽化が急速に進行し、点検・診断を行う技術者の役割が増大している。このため、技術者の育成も課題であるが、今後の人口減少化では、その対策だけではいずれ限界が来る。そこで**人的資源によらない点検・診断技術の開発**が課題となる。

■ 予防保全と人的点検が対極にあるのでしょうか。やや議論が飛躍しているようです。

また、1)の主題は「自動点検」なのですが、そこに行くまでの「担い手」の議論は冗長です。単刀直入が良いでしょう。今日「担い手不足」は常識であり、いきなり自動化を訴えて構いません。

2) ストック数の観点

高度成長期に建設された大量のインフラが一斉に更新時期を迎えようとしている。その一方で、人口が減少し、特に地方での減少は著しく、今度利用度の低いインフラが増えることが想定される。**このため、利用度に応じたインフラを選択し、予算を集中させること**。また、更新時期が重ならないように保全事業を平準化していくことが課題となる。

■ インフラメンテナンスの遂行がテーマではありません。平準化がされたとしても、予防保全は万全にはな

りません。単刀直入に「新しいメンテナンス手法の導入やシナリオの転換」に向かう議論とした方がよいでしょう。

3) 財源の観点

損傷が深刻化してから補修補強を行う事後保全により更新費用が増大している。その上、人口減少・少子高齢化により今後も厳しい財政状況が続いてくことが想定される。このため、損傷が軽微な内に補修補強を行う予防保全に転換し、インフラの長寿命化を図るとともに、ライフサイクルコストを縮減していくことが課題となる。

■ 「予防保全に転換」では出題者の意図と同じです。

出題趣旨の追認では解答になりません。

(2) 前項最重要課題と複数の解決策

前項課題の内、最も重要な課題は、1) 点検・診断技術の開発である。予防保全型メンテナンスを行うためには、まず点検・診断データの収集が必要であり、そのためには、点検・診断の効率化・省人化が必要である。以下複数の解決策を述べる。

■ 選定理由は、求められていないので不要です。

1) 点検ロボットの活用

担い手不足の問題に対して、点検ロボットの活用を提案する。従来は、河川上の鋼道路橋の点検は、足場を設置し、技術者による近接点検が行われていたが、飛行型点検ロボットの活用により、足場が不要となり、

高精度の画像データを短時間かつ少人数で取得することができる。また、足場が不要となることで、工程短縮、コスト縮減、高所作業がなくなることにより安全性が向上する。

■ 解決策は非常に結構です。得点が期待できます。しかし、白書の暗記に頼った解答では、課題・解決策の展開にギャップが生じますので要注意です。

2) C I M の活用及び A I 診断

点検で得られた画像データに、位置情報がないと活用は困難である。このため、C I Mモデルと紐付け、損傷位置を3次元的に見える化することで、構造物の弱部による損傷であるか診断しやすくなる。また、損傷部の画像データをA Iにプログラムすることで、短時間で大量の診断を行うことができる。

3) アセットマネジメントの自動化

点検・診断のデータのデータベース化を行い、構造物と資産と捉えるアセットマネジメントを実施する。日本全国の点検・診断のビッグデータをA Iで自動判別できるようアセットマネジメントの自動化を行うことで、修繕を行う優先順位付けや平準化を短時間で大量にできるようになり、予防保全型のメンテナンスを行うことができるようになる。

(3) 新たに生じるリスクとその対策

全ての解決策を実行しても生じる新たなリスクは、

~~撤去するインフラの合意形成が得られないことである。~~

■ 問 2 の提案「点検ロボット、CIM、アセットマネジメント自動化」をすることによってどうして、インフラ撤去が合意されなくなるのでしょうか。意味が通じません。やや論理が飛躍しています。ここは自身の提案に対する評価を求めています。

点検・診断 データが蓄積されると、アセットマネジメントが実施され、維持管理方針が策定される。その維持管理方針により、維持管理を続けるインフラと撤去するインフラに選別されていく。なぜなら、今後の人口減少社会を考察すると、コンパクト＋ネットワークから外れた地方の人口減少地域ではインフラの利用度が低くなることは明確だからである。

■ 途中の説明が冗長です。

しかしながら、例えば、撤去方針とした鋼道路橋に代替橋があっても遠回りとなる等、不便となり、地域住民の合意が得られなくなるリスクが考えられる。

~~その対策は、インフラの利用度や今後維持するためにかかる費用等、地域住民にていねいに説明し、理解が得られるよう努めることである。~~

■ ただ「丁寧に説明する」では技術士の対応としては物足りないです。技術を背景としたプロマネの貢献はありませんか。出題のねらいは問 2 の自身の提案に対する、反省、弱点探しと、その補完です。鋼コンの技

術提案による課題遂行能力が求められています。

Ⅲ-1 国土交通省は、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスで ICT 等を活用する「i-construction」を推進し、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上させることを目指している。建設業で生産性を低下させている要因の1つとして、2次元の紙の図面で各種作業を進めていることが挙げられることから、建設生産・管理システムでも3次元モデルを活用することで、全体の効率化・高度化を図る、いわゆる BIM/ CIM が生産性革命のエンジンとして推進されている。このような状況を踏まえ、鋼構造あるいはコンクリートに関わる技術者の立場から以下の問いに答えよ。

(1) BIM/ CIM の活用により生産性の向上が期待できる業務を1つ挙げよ。また、

BIM / CIM を導入してその業務の生産性を向上させるために解決すべき課題を多面的な観点から抽出し、その内容を観点とともに示せ。

(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)で示した解決策に共通して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。

作成日 2021.10.28
課題年 2020/R2
問題番号 Ⅲ-1
部門 建設
専門科目 鋼構造及びコンクリート
試験の評価 A

(1) 業務と課題

業務：通信土木における近接施工計測（通信用既設トンネルに推進の雨水管が近接、ケーブルの保全のため）

* 図一 1

① 地下構造物である ② 埋設物が複雑にふくそうしている ③ 近接の離隔がシビアである

以上の理由により、BIM/CIM の活用により業務全体の見通しが良くなり、生産性が向上する

■前提の業務はOKです。図で説明する必要はありません。時間短縮のため文章で簡潔に書かれることをお勧めします。

課題の抽出（観点込み・・・観点については書いたが思い出せず）

① 解像度の統一：発注者が解像度300を想定しているのに受注者が100で納品⇒報告書の再作成⇒手戻り⇒生産性の低下⇒解像度の統一が課題

② 規格の統一：メーカーが違う場合、規格が違う場合あり⇒データの調整が必要⇒生産性の低下⇒規格の統一が課題

③ 次元の統一：片方3次元、片方2次元⇒データ変換・図面の切り出しなど⇒そもそもフォームが違うため手戻りのみならず緊急時の意思疎通が困難になる⇒生産性低下のみならず安全性に問題あり⇒次元の統一が課題

■大変申し訳ありませんが、何を言いたいか、わかりにくいです。普通の記事で書かれた方が無難です。

2. 最重要課題と解決策

③が最重要課題：安全性は生産性向上のベースとして優先すべき課題であり、課題②③より重要度が高いため

- (1) シンクライアントの導入（ハード対策）* 図 1-2
- (2) データサイエンス教育（ソフト対策）

ここはIT課題に対する解決策が実効性の高いものとして評価されたのではないかと想像します。いつもこのように解釈してくれるかはわかりませんが、注意が必要です。

3. 共通するリスクと対策（専門技術込み）

リスク：データに依存すると安全性が低下する（博多駅前陥没事故で現場の熟練技術者が経験則で死亡事故を未然に防いだ）トンネルは土圧・上載荷重・地下水などの外力が複雑に挙動するため、データだけでは捉えきれない要素がある

対策：上記解決策に加え、熟練技術者の暗黙知を次世代の技術者に継承する

■「データに依存すると安全性が低下する」とは技術者の不注意を指摘した一般的教訓であり、喩え、比喩的表現です。冷静に考えて科学的に「データが安全性を低下させる」ことはありません。これは問2の提案に直接由来する内容でもありませんので、今回は良かったですが、場合によっては減点されます。

問題文 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。

作成日 2022.3.3
課題年 2021/R3
問題番号 I-2
部門 建設部門
専門科目 鋼構造及び
コンクリート
専門事項 コンクリート構
造物の維持管理
試験の評価 A

1. 多面的な課題の抽出と分析

① 多重防御による事前防災（観点：被害の最小化）

近年、大規模な自然災害による被害が各地で連続的に発生しており、国民の生活に大きな影響を与えている。また、長期間にわたる復旧・復興に伴い、多大な労力や資金を費やしており、財政的に厳しい状況である。

■ ↑問題文の「風水害が発生し・・・問1風水害による被害を・・・」と同じ内容の繰り返しです。肝心の多重防御の課題や理由は書かれていませんので多重防御、事前防災について単刀直入に書くように。またその内容は一般的な多重防御ではなく「風水害」に対応した多重防御の課題としなければなりません。

そのため、被害の最小化を目的とした、多重防御による事前防災を進めていくことが課題である。

② 避難の円滑化・迅速化（観点：災害弱者の対応）

突発的な降雨や強風による災害が多発しており、高齢者などの災害弱者が逃げ遅れによる被害が発生している状況がある。

そのため、災害状況情報や共助体制を強化し、避難を円滑化・迅速化していくことが課題である。

③ インフラ構造物の集約化（観点：地域社会の維持）

厳しい財政状況の中、大都市一極集中が進み、拡散している地域社会の活力は低下している。

限られた予算や労力では、社会資本の整備を兼ねつ

つ、災害対策を持続的に行っていくことは限界である。

そのため、地域社会の維持を目的とした、**インフラ**
構造物の集約化を図っていくことが課題である。

■特に「風水害」に対応した課題としてはどうあるべきですか。

2. 最も重要な課題と複数の解決策

~~突発的な連続災害に対応するためには、人的・建物被害を最小限にし、復旧・復興を加速化していくことが最も有効であると考え~~る。

■この↑前置きは不要です

そのため、①**多重防御による事前防災**を最重要課題とし、解決策を以下に列記する。

■ここから以下の内容は、非常によく書けています。
広い視点で必須Iに適合した内容であり、試験官の評価を高めている様子がうかがえます。

① 河川の断面拡大・氾濫危険度の監視

突発的な集中豪雨により河川の水位が急激に上昇し、住民の避難時間に影響が生じている。

そのため、河道掘削や築堤・嵩上げにより、河川断面を拡大しリードタイムを確保する。

また、河川に危機管理型水位計や無人化流量観測機を設置し、きめ細やかな状態監視を可能にし、住民の初動対応を迅速化する。

② 国土交通プラットフォームの構築

近年は水災害、風災害、土砂災害の単体ではなく、複合的な要因による災害が多発している。

そのため、国土の情報をサイバー空間で再現し、そこに自然現象によるシミュレーションを実施する。それを基にフィジカル空間で各対策を実施する。これにより、最適な防災対策を検討できる。

③ 道路ネットワークの確保・電気自動車の活用

災害時には迅速な人命救助や被災地への支援物資輸送を行えるような対策が必要である。

そのため、暫定2車線の4車線化や無電柱化を進め、災害時の道路ネットワークを構築し、リダンダンシーを確保する。また、給電機能を保有する電動車を移動式電源として用いることで、電気設備の復旧が間に合わない際に応急的な対応ができる。

3. 解決策に共通するリスクと対策

① リスク：防災意識の低下

整備されたハード・ソフトによる事前防災対策への信頼性が高まるほど、住民の危機管理などの防災意識は低下する恐れがあり、二次災害などによる被害が発生する可能性がある。

② 対策：効果的な防災活動の実施

防災活動時には複合災害や二次災害をCGにより再現し、それを基に災害時のマイ・タイムラインを作成させ、防災意識を確実に定着させる。さらに緊急速報メールなどによるプッシュ型配信を実施し、住民の初動

対応の迅速化を図る。

4. 業務を遂行することに伴う要件

① 技術者倫理

予算や工期の制限がある中、防災対策箇所は大量に存在するが、決して計算データの偽装や施工不良があつてはならない。コンプライアンスを遵守し、地形特性や構造物の重要度に応じた優先順位を検討し、公衆の安全を第一に考えていくことが求められる。

■偽装や不良では間違いではありますが、しかし目標として悪すぎます。技術者倫理とはそのようなことを防ぐためにあるわけではありません。もっと厳しい倫理観を示した方がよいでしょう。

② 社会持続可能性

自然環境の保護を考慮し、生物多様性の保全や地球温暖化防止を念頭に置いた、グリーンインフラ計画を策定する。具体策として、河川堤防における在来種を用いた緑化などが考えられる。

■こうした断片的な提案はともかく、出来たら汎用的なSDGsの考え方を持っていることを宣言してください。末尾の「以上」はあまり意味がないので不要です。

以上

問題文 我が国では、大量の鋼構造物やコンクリート構造物の維持管理が社会問題となっている。特に、従来からの事後保全型メンテナンスには限界が叫ばれ、持続可能なメンテナンスサイクルの実現に向けて、**新しいメンテナンス手法の導入やシナリオの転換**が求められている。このような状況を考慮して以下の問いに答えよ。

- (1) 近年、**予防保全型メンテナンス**が期待されているものの、未だその**推進は十分とは言い難い**のが現状である。このような現状に対し、鋼構造及びコンクリートの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、その内容を示せ。
- (2) 抽出した課題のうち、あなたが最も重要と考える課題を1つ選択し、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 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。

作成日 2022.3.3
課題年 2021/R3
問題番号 III-2
部門 建設部門
専門科目 鋼構造及び
コンクリート
専門事項 コンクリート構
造物の維持管理
試験の評価 A

1. 多面的な課題の抽出と分析

① いかに新技術を活用したシステムにしていくか

~~厳しい財政状況下において、膨大な構造物を管理していくためには、適切な時期に適切な補修・補強を実施する必要がある。しかし、現在の労働集約型体制では、時間や労力を多く要する。~~

~~そのため、予防保全の促進を目的とし~~ ← ここまで
前置き

、**新技術を活用したシステムにしていくか**が課題である。

■ 予防保全に必要な新技術とは何か。自動化、ロボット化を挙げるように。新しければよいわけではありません。見出しも「いかに〇〇するか…」などと言う謎

解きではなく、考えを単刀直入に述べるべきです。また、問題文と同じ内容の繰り返しが冗長です。前置きは簡潔に、自身の提案を単刀直入に言うように。

② いかに高規格材料により機能を向上していくか

構造物の老朽化や連続的な災害により、膨大な構造物の機能が低下しているが、限られた予算や人員で管理していくには限界がある。

そのため、高強度や高耐久性を持ち合わせた高規格材料を用いり、構造物の機能を向上していくかが課題である。

③ いかにインフラ構造物を集約化していくか

人口減少・高齢化が進む中、大都市一極集中により、

拡散している地域社会の活力は低下している。

その中で災害復旧や新たな防災対策工事を兼ねつつ、今後持続的に予防保全を実施していくことは困難である。そのため、予防保全を確実に進めることを目的とし、インフラ構造物の集約化を図っていくことが課題である。

2. 最も重要な課題と複数の解決策

~~人口減少が進む中、膨大な構造物の予防保全を促進するためには、属人性の高い従来手法を見直し、新技術を用いることが最も有効である。そのため、いかに①いかに新技術を活用したシステムにしていくかを最重要課題とし、解決策を以下に記述する。~~

■ ここでは課題 1 を宣言するだけで OK です。前置き
↑ 不要です

■ ここから以下の内容は、非常によく書けています。
試験官の評価を高めている様子がうかがえます。

(1) モニタリング技術による点検の効率化

予防保全を効率的に進めるためには、属人性の高い点検作業を効率化していくことが求められる。

そのため、遠隔でリアルタイムに構造物の変化等を検知することが可能なモニタリング技術を活用する。

これにより、点検の効率化が図れるとともに、得た情報は設計などへフィードバックできる。

(2) AI を用いた診断技術の高度化

予防保全を合理的に進めるためには、正確な診断が

求められるが、現在主流となっている人間頼りの方法では技術者の技量に左右されるため、診断結果にばらつきが生じる。

そのため、撮影した画像や打音調査の結果から、損傷の進展状況や健全性を自動的に評価することが可能なAI技術を活用する。これにより、正確で定量的な結果を得ることができる。

(3) インフラ・データプラットフォームの構築

予防保全を戦略的に進めるためには、得られたデータを効果的に利活用し、維持管理サイクルを確立していくことが求められる。そのため、各管理者が保有している点検診断やその後の修繕更新データを一元的に集約化・共有を図れる、インフラ・データプラットフォームを構築する。これにより、予防保全を高度・効率的に進めることができ、小規模自治体における予防保全も補助することもできる。

3. 解決策に共通するリスクと対策

① リスク：技術の空洞化

近い将来、熟練技術者の大幅な離職が予想される。

その中で現場での複雑な作業が少なくなることによる技術伝承の場の喪失、ICT機器やマニュアルへの依存が生じる。これにより、技術の空洞化が発生する可能性がある。

② 対策：育成システムの再構築

官民学が連携しICT技術と現場技術力を兼ね備えた技

術者を育成する。

熟練技術者の知識や技術をAIやIoTによりナレッジマネジメント化し、それをOFF-JTにより効果的に学習させることで、技術力を向上させる。

また、地域コンソーシアム等でICT技術の研修やVRを用いた仮想ICT工事を実施する。これらにより、新たな育成システムを構築する。 以上

※もう少し書きましたが、失念しました。

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)全問(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)全問(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)全問(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。

作成日 2021.7.11

課題年 2021/R3

問題番号 I-1

評価 A

部門 建設

専門科目 鋼構造及びコンクリート

専門事項 コンクリート構造の施工及び維持管理

(1) 循環型社会の構築を実現するための課題

① インフラ施設の長寿命化による更新解体時期の延長
インフラ・設備・建築物のライフサイクルの中で、更新解体時期に、多くの廃棄物が発生するという観点から、廃棄物の発生を抑制する（リデュース）必要がある。インフラ施設の長寿命化による更新解体時期の延長により、廃棄物の発生を遅らせることで、ライフサイクル全体での廃棄物の発生総量を最小化することが可能となる。

② 産業廃棄物の再使用・再利用

各産業で発生する様々な廃棄物を再使用・再利用する（リユース・リサイクル）という観点から、廃棄物の再利用・再使用により産業廃棄物の最終処分量を削減する必要がある。例えば、石炭火力発電所で排出されるフライアッシュや、製鉄所で排出される高炉水砕スラグ等を用いた混合セメントに置き換えた低炭素型コンクリートに活用し、廃棄物の最終処分量を減らすことが挙げられる。

これは話が逆でしょう。建設の廃棄物をどう処分するかが問われています。

③ インフラデータプラットフォームの構築

各インフラ施設のデータを一元管理することで、維持管理情報を効率的に管理するという観点から、インフラデータプラットフォームの構築を推進する必要がある。これにより、各インフラ施設の補修補強に伴う

廃棄物量を把握することが可能となる。

把握してどうするのか。それだけでは削減できません

(2) 最も重要と考える課題とその解決策

課題：~~① インフラ施設の長寿命化~~ **メインは2です。「低炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」を意識すると、答えはこれ↓ではないと気づきませんか。**

解決策①：メンテナンスサイクルの構築

~~従来の劣化が顕在化してから補修を行う対症療法的な「事後保全」から、軽微な劣化のうちに補修を行い、長寿命化を図る「予防保全」に転換を図る。またアセットマネジメントによりインフラ施設の重要度に応じた優先順位を設定し、ライフサイクルコストを戦略的に平準化し、かつ最小化を図る。~~ **III-2と同じ流れ**

解決策②：新設建造物の長寿命化

~~屋内生産により安定した品質確保が可能なプレキャスト部材を活用する。プレキャスト部材は転用が可能な鋼製型枠により製作するため、現場打ちコンクリートで主に使用する木製型枠の廃棄物削減にも効果がある。~~

PCは長寿命化とは別に考えるべきでは

また、高強度コンクリートの使用により、長寿命化を図る。構造断面のスリム化が可能となり、コンクリート使用量を削減することができるため、最終的な解体時期での**廃棄物量を削減**することができる。

解決策③：インフラ分野のDX推進

センサを用いた構造物のモニタリング技術により、変状を早期に発見することが可能となる。これにより、甚大な劣化が起こる前に対処することができ、結果的に長寿命化が図られる。 **解決策1と似ています**

↑ **解決策③は記憶があいまいです。申し訳ありません。**

(3) 波及効果と懸念事項への対応策

波及効果：更新解体時期の延長と維持管理業務の平準化により、**必要最小限の人員で維持管理を行うことが可能となり、顕在化している少子高齢化に伴う担い手不足対策に寄与することができる。**

直接の結果すぎるようです。波及とは呼ばないのでは。もっと別な分野に影響する副次的効果は。

懸念事項：インフラ施設の長寿命化、予防保全への転換により維持管理業務が軽微な補修等ばかりになるため、技術者の一部（特に若手技術者）では、不測の事態や現場特性といった高度な応用力が必要とされる場面で技術判断能力の不足が懸念される。

対策：ナレッジマネジメントとして、ウェアラブルシステムを使用した熟練技術者の行動映像を若手技術者の教育に活用することで技術継承を図る。

(4) 技術者倫理、社会の持続可能性の要件、留意点

技術者倫理：公益性の高い業務遂行のために、インフラ施設の長寿命化により、公衆の安全性が向上し、公

益性が確保される。（技術士倫理綱領第一条）

社会の持続可能性：少子高齢化に伴う建設分野の担い手不足が顕著になる中、社会の持続可能性を高めるため、女性技術者や外国人など多様な人材を起用するダイバーシティを推進し、人材の確保・育成を図る。加えて、建設現場の4週8休の確保や労務費見積り尊重宣言などの取組みにより、建設産業の新3K（給与が良い、休暇が取れる、希望が持てる）への転換を図る。

これらにより、生産的な雇用及び働きがいのある仕事を実現する。（SDGsの目標8）

なぜこんなに2だけ引っ張るのですか。1とのバランスをとるように。

技術の進歩に伴い、構造材料の高強度化が普及しつつある。鉄筋又はコンクリートいずれかの高強度材料について特徴的な性質を説明し、設計や施工における留意点について述べよ。

作成日 2021.7.11
課題年 2021/R3
問題番号 II-1-3
評価 A
部門 建設
専門科目 鋼構造及びコンクリート
専門事項 コンクリート構造の施工
及び維持管理

(1) 高強度コンクリートの特徴的な性質

ブリーディング量が少なく、通常のコンクリートと比較して凝結の始発が早い。セメント量が多いため水和熱が大きく、自己収縮量も大きい。

(2) 設計における留意点

配合設計では、高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等の混和材を用い、セメント量を抑えることで自己収縮を低減させる。また、高性能AE減水剤を用いるため、あらかじめ実機試し練りを行い、スランプの経時変化を確認し、添加量を決定する。

マスコンクリートに用いる場合は、水和熱に起因するひび割れの発生が懸念されるため、温度応力解析を行い、ひび割れ補強鉄筋量を決定する。

(3) 施工における留意点

凝結の始発が早く仕上げ作業が間に合わなくなる懸念があるため、表面仕上げ時には仕上げ補助剤を100ml/m²散布し、仕上げ作業性を向上させる。

養生時は保水性能の高いマットを敷設し、湿度80%以上を保持し、長期強度増進を図る。

↑再現しきれない部分があります。実際はほぼ最終行まで記載しました。

建設中に耐久性や精度に関わる不具合が接合部又は打継ぎ部（以下、接合部）で見つかり、この原因を検討し繰り返さないための方策を講じるようになった。あなたが、再発防止の担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

(1) 対象とする構造物と接合部の具体的不具合を設定し、調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。ただし、測量・寸法ミス、図面の誤記、設計と異なった材料の使用による不具合は含めないものとする。

(2) 不具合を繰り返さないための業務の手順を列挙して、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) 上記業務を効率的、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。

作成日 2021.11.3

課題年 2021/R3

問題番号 II-2-1

評価 A

部門 建設

専門科目 鋼構造及びコンクリート

専門事項 コンクリート構造の施工及び維持管理

(1) 調査、検討すべき事項とその内容

対象：高さ80mのコンクリート橋脚

具体的不具合：

接合部の豆板の発生および目違い（段差）の発生

これは80m橋脚のどの位置か？

特性要因図で要因を解くように

① 打設時の生コンの品質管理記録（天候・気温・品質試験結果・ワーカビリティ）、アジテーター車の配車間隔・運搬状況を調査し、~~コンクリート品質管理システムによる一元管理などコンクリートの出荷・運搬・受入検査までの管理の高精度化・効率化を検討する。~~

管理記録を見る、そのねらいは何か。80mとの関係はありますか。検討するのは、対策ではなく原因究明です。実行内容は問2で書くのです。

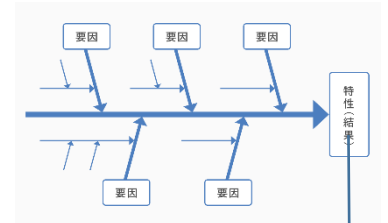
② 打込み時の人員配置（人数・役割分担）、打込み高さ、締固め作業高さを調査し、接合部の締固め不足を防止する打込み体制と打込み方法を検討する。

人員配置がどう関係しますか。シナリオは。もっと支配因子はありませんか。

③ 配筋状況を調査し、D51鉄筋が多段配置となっている等、接合部が過密配筋の場合は、透明型枠や充填検知センサの使用など充填状況の確認方法を検討する。

鉄筋によるシナリオを作ってから書くように。

④ 型枠の締付け状況、セパレータ径・配置間隔を調査



し、コンクリートの側圧を再計算し、接合部直近のセパレータの配置間隔を短くするなど接合部の目開きやノロ漏れの防止方法を検討する。

ノロが原因ならそのようなシナリオを作る

(2) 業務手順と留意点、工夫点

① コンクリートの配合決定

打込みの最小スランプは部材の平均鉄筋量が 170kg/m³ 未満であれば 12cm、それ以上であれば 15cm とする。

また、実機試験練りと圧送試験を行い、運搬および圧送によるスランプロスを事前確認し、練上がりの目標スランプを決定する。

② コンクリート製造、運搬、受入検査

高橋脚のコンクリートの運搬は、長距離圧送で圧送負荷が大きくなるため、最大圧送負荷がポンプ車の理論吐出圧の 80% 以下ならポンプ配管圧送とし、80% を超える場合は、クレーンでの大型バケットによる運搬とする。

また、製造・運搬・受入検査をコンクリート品質管理システムで一元管理し、ワーカビリティを確保する。

③ コンクリート打設

締固め不足と過度の締固めを防止するため、内部振動機の 1 か所の振動時間は 5 ～ 15 秒とする。また、打込みの 1 層の高さは 40 ～ 50cm 以下とし、特に打込み初期の接合部付近は慎重に締固める。

吐出口から打込み面までの高さを標準の 1.5 m 以

下から1.0m以下と低くし、材料分離を防止する。

(3) 関係者との調整方策

コンクリート品質管理システムの導入と合わせ、ウェアラブルカメラを使用した遠隔臨場の実施を発注者に提案し、品質管理検査の効率化・スピード化を図る。

施工業者には、振動伝達効果の高いスパイラル型内部振動機を使用させ、締固め作業の効率化を図る。

「調整」とはマネジメント、指導です。

スピード化、効率化はともかくとして、これがどうして取りまとめとなるのか。発注者はなぜ納得するのか説明づけてください。

建設中に耐久性や精度に関わる不具合が接合部又は打継ぎ部（以下、接合部）で見つかり、この原因を検討し繰り返さないための方策を講じることになった。あなたが、再発防止の担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

(1) 対象とする構造物と接合部の具体的不具合を設定し、調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。ただし、測量・寸法ミス、図面の誤記、設計と異なった材料の使用による不具合は含めないものとする。

(2) 不具合を繰り返さないための業務の手順を列挙して、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) 上記業務を効率的、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。

作成日 2021.11.3
課題年 2021/R3
問題番号 II-2-1
評価 A
部門 建設
専門科目 鋼構造及びコンクリート
専門事項 コンクリート構造の施工及び維持管理

(1) 調査、検討すべき事項とその内容

対象：高さ 80 m のコンクリート橋脚

具体的不具合：

接続部の豆板の発生および目違い（段差）の発生

① 打設時の生コンの品質管理記録（天候・気温・品質試験結果・ワーカビリティ）、アジテーター車の配車間隔・運搬状況、ポンプ車の機種を調査し、配車計画やポンプ車の機種選定の見直しを検討する。

② 打設時の人員配置（人数・役割分担）、打込み高さ、締固め作業高さを調査し、打設人員の増員や打設リフト高の見直しを検討する。

③ 配筋状況を調査し、D51鉄筋が多段配置となっている等、過密配筋部に対する充填性の向上を目的として、高流動コンクリートの使用を検討する。

④ 型枠の締付け状況、セパレータ径・配置間隔を調査し、型枠の設計の見直しを検討する。

対策ありきで考えています。ここでは要因を突き止めることに集中するように。

↑ (1) は完全に復元できていません。

申し訳ありません。

(1) で1枚目を使いきってしまい、(2) を2枚目から書いています。

(2)では(1)の検討内容を網羅できませんでした。(1)で原稿を使いすぎてしまいました。

(2) 業務手順と留意点、工夫点

① ~~配合計画の見直し~~ ←具体的に手順を言う

接合部の充填性を向上するために、高流動コンクリートに配合変更を行う。高流動コンクリートに使用する高性能AE減水剤は、使用量によりスランプなどの諸性状が大きく変化するため、事前に実機での試し練りにより使用量を決定し、スランプの経時変化などワーカビリティを把握しておく。

ただ事前試験する・・・では留意点になりません。過去の経験からH80m橋脚に関して、試験時の知見は何かありませんか。

② ~~打設計画の見直し~~ なぜ初回なのに見直しなのか。ポイントは。

打設人員とバイブレータを増やし、締固め不足を防ぐ。ポンプの吐出口から打込み面までの高さを1.5m以下から1.0m以下と低くし、圧送時の材料分離を防ぐ。

~~接合部の型枠に透明型枠を使用し、充填状況を可視化する。~~ これは検討事項です

(3) 関係者との調整方策

問3は「上記業務を効率的に進めるための調整」です。下の説明では「私」が何を調整したのかわかりません。定量的に示すしかないのですか。問2の提案である「試し練り」「バイブレータ」をスピード化する工夫を挙げてください。

発注者：不具合の原因と再発防止計画を提出し、施工再開の承認を得るため、改善計画では品質規格値の8

0%で管理する等、定量的に示すことで、要求性能を満足し、確実性が高い改善計画であることを理解してもらう。

不具合防止に対して、80%管理値法がどうして寄与するのですか。関係性がわかりません。

~~施工業者：見直した打設計画について、施工業者にヒアリングを実施し、業者からの意見を取り入れ、より現場に即した、効果と確実性の高い打設計画にブラッシュアップする。~~

業者から聞いて、それを実行する・・・では技術士の提案になりません

我が国では、大量の鋼構造物やコンクリート構造物の維持管理が社会問題となっている。特に、従来からの事後保全型メンテナンスには限界が叫ばれ、持続可能なメンテナンスサイクルの実現に向けて、新しいメンテナンス手法の導入やシナリオの転換が求められている。

このような状況を考慮して以下の問いに答えよ。

(1)近年、予防保全型メンテナンスが期待されているものの、未だその推進は十分とは言い難いのが現状である。このような現状に対し、鋼構造及びコンクリートの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、その内容を示せ。

(2)抽出した課題のうち、あなたが最も重要と考える課題を1つ選択し、その課題に対する複数の解決策を示せ。

(3)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

作成日 2021.11.13

課題年 2021/R3

問題番号 III-2

評価 A

部門 建設

専門科目 鋼構造及びコンクリート

専門事項 コンクリート構造の施工及び維持管理

2

(1) 予防保全型メンテナンス推進のための課題

① ICT技術などの革新的技術の活用

維持管理業務の生産性を向上するという観点から、ICT技術などの革新的技術の活用により、効率的に予防保全を推進していく必要がある。例えば、UAVによる点検業務の効率化やAIによる点検員の診断業務の支援などが挙げられる。

② 少子高齢化に伴う担い手不足対策

現在、産官学にかかわらず少子高齢化に伴い、維持管理業務の担い手不足が顕在化しているという観点から、担い手を確保する必要がある。例えば、女性技術者や外国人などダイバーシティ推進による雇用拡大や、慢性的に技術職員が不足している小規模地方自治体における住民協働による点検業務の補助が挙げられる。

③ 老朽化インフラの選択と集中

道路の5年定期点検が2巡目に入り、現在、要対策と判断された箇所の補修補強を行っているところだが、それらを全て完了しなければ、完全な予防保全サイクルを回すことができないという観点から、我が国が抱える大量のコンクリート構造物の選択と集中による機能集約と解体により膨大なストックを減らしていく必要がある。例えば、過疎地域における老朽化インフラについて、リダンダンシーを確保した上で、利用の少ないコンクリート構造物の撤去等を行うことが挙げら

れる。

(2) 最も重要と考える課題とその解決策

課題：① ICT技術などの革新的技術の活用

解決策①：ICT技術などによる点検診断の効率化

UAVに搭載したデジタルカメラでの撮影により、点検業務を効率化する。UAVで撮影したデジタル画像はAIにより画像解析診断を行うことで、点検員の診断業務の支援を行う。結果、点検作業時間が従来の目視点検に比べ約60%の時間短縮効果がある。

また、橋梁にセンサを取り付け、桁の荷重状況や外ケーブルの緊張力の変化をモニタリングし、リアルタイムに把握を行うことで、大きな変状が発生する前に対処が可能となる。

解決策②：BIM/CIMの活用による効率化

調査・設計段階から施工段階までのあらゆる情報を3次元モデルに入力し、維持管理段階に引き継ぐ。維持管理段階では、コンクリート構造物の劣化情報、補修・補強情報を3次元モデルに蓄積し、今後のメンテナンス計画策定など、効率的に維持管理を進めることができる。

解決策③：インフラメンテナンス2.0の推進

地方自治体などのインフラ施設の管理者と、企業や大学等研究機関が保有する維持管理情報の電子化・統合を実施する。それらの膨大なデータを一括で検索・活用できるシステムを構築し、類似事例の劣化情報に

より、健全度の判定などに活用できる。

(3) 新たに生じうるリスクとそれへの対策

リスク：アウトプットデータの過信

I C T 技術などの革新的技術や B I M / C I M の活用により、コンクリート構造物の診断結果や構造物情報などのあらゆる情報が、迅速に確認できるようになり、業務の効率化・スピード化が図られる。しかし、それらのアウトプットされたデータの過信により、特異値やインプットデータの誤りがあった場合、それに気づくことができず、判断ミスや重大な瑕疵が起こる懸念がある。

■ 具体的にどんな、I C T 技術や B I M / C I M による、データの誤り、判断ミスが過去にありましたか。実例を挙げてください。

対策①：各段階における照査体制の構築

A I などによるアウトプットデータの妥当性を必ず技術者が確認する体制を構築する。なお、複数の技術者のチェックにより、手戻りを防止する。

対策②：技術者の継続研さん

それらのデータの妥当性を判断できる技術力を培うために、熟練技術者の技術継承に加え、I C T 技術など最新技術の知見を広げることで、技術力の向上を図る。

我が国では、大量の鋼構造物やコンクリート構造物の維持管理が社会問題となっている。特に、従来からの事後保全型メンテナンスには限界が叫ばれ、持続可能なメンテナンスサイクルの実現に向けて、新しいメンテナンス手法の導入やシナリオの転換が求められている。

このような状況を考慮して以下の問いに答えよ。

(1)近年、予防保全型メンテナンスが期待されているものの、未だその推進は十分とは言い難いのが現状である。このような現状に対し、鋼構造及びコンクリートの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、その内容を示せ。

(2)抽出した課題のうち、あなたが最も重要と考える課題を1つ選択し、その課題に対する複数の解決策を示せ。

(3)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

作成日 2021.7.11

課題年 2021/R3

問題番号 III-2

添削履歴 0 CS0 R0

部門 建設

専門科目 鋼構造及びコンクリート

専門事項 コンクリート構造の施工及び維持管理

2

復元する中で、もっと良い表現ができたと思うところが、すでに何点かありますが、実際に記載した表現で復元を行っています。

(1) 予防保全型メンテナンス推進のための課題

① ICT技術などの革新的技術の活用

維持管理業務の生産性を向上するという観点から、ICT技術などの革新的技術の活用により、効率的に予防保全を推進していく必要がある。例えば、UAVによる点検業務の効率化やAIによる点検員の診断業務の支援などが挙げられる。

② 少子高齢化に伴う担い手不足対策

現在、産官学にかかわらず少子高齢化に伴い、維持管理業務の担い手不足が顕在化しているという観点から、担い手を確保する必要がある。例えば、女性技術者や外国人などダイバーシティ推進による雇用拡大や、慢性的に技術職員が不足している小規模地方自治体における住民協働による点検業務の補助が挙げられる。

③ 老朽化インフラの選択と集中

道路の5年定期点検が2巡目に入り、現在、要対策と判断された箇所の補修補強を行っているところだが、それらを全て完了しなければ、完全な予防保全サイクルを回すことができないという観点から、我が国が抱える大量のコンクリート構造物の選択と集中による機能集約と解体により膨大なストックを減らしていく必要がある。例えば、過疎地域における老朽化インフラについて、リダンダンシーを確保した上で、利用の少

ないコンクリート構造物の撤去等を行うことが挙げられる。

(2) 最も重要と考える課題とその解決策

課題：① ICT技術などの革新的技術の活用

解決策①：ICT技術などによる点検診断の効率化

UAVに搭載したデジタルカメラでの撮影により、点検業務を効率化する。UAVで撮影したデジタル画像はAIにより画像解析診断を行うことで、点検員の診断業務の支援を行う。結果、点検作業時間が従来の目視点検に比べ約60%の時間短縮効果がある。

また、橋梁にセンサを取り付け、桁の荷重状況や外ケーブルの緊張力の変化をモニタリングし、リアルタイムに把握を行うことで、大きな変状が発生する前に対処が可能となる。

解決策②：BIM/CIMの活用による効率化

調査・設計段階から施工段階までのあらゆる情報を3次元モデルに入力し、維持管理段階に引き継ぐ。維持管理段階では、コンクリート構造物の劣化情報、補修・補強情報を3次元モデルに蓄積し、今後のメンテナンス計画策定など、効率的に維持管理を進めることができる。

解決策③：インフラメンテナンス2.0の推進

地方自治体などのインフラ施設の管理者と、企業や大学等研究機関が保有する維持管理情報の電子化・統合を実施する。それらの膨大なデータを一括で検索・

活用できるシステムを構築し、類似事例の劣化情報により、健全度の判定などに活用できる。

(3) 新たに生じうるリスクとそれへの対策

リスク①：技術者の技術力不足

I C T 技術などの革新的技術の活用により機械等に依存するため、技術者の一部（特に若手技術者）では、不測の事態や現場特性といった高度な応用力が必要とされる場面で技術判断能力の不足が懸念される。

あと一步踏み込んだ分析があればさらによかったです。

対策①：ナレッジマネジメントとして、ウェアラブルシステムを使用した熟練技術者の行動映像を若手技術者の教育に活用することで技術継承を図る。

リスク②：技術者の技術力停滞

維持管理の効率化・省力化により、維持管理業務が単純化するため、本来技術者が備えておくべき創意工夫意欲を失うなど、技術力が停滞する可能性がある。

対策②：技術者の技術力向上のため、効果の高いカイゼンやC P D単位の多取得者を表彰するインセンティブ制度により意欲向上を図る。

↑(3)は時間ギリギリで、かつ文章量も少なかったことから、似たようなリスク設定だと認識したうえで、書かないよりは少しでも書いた方が良いと判断し上記のとおり記載しています。

文章量は3枚目の半分から2/3程度です。

II-1-1

鋼部材の破壊現象の代表例として、脆性破壊、疲労破壊、遅れ破壊が挙げられる。この中から2つの破壊現象を挙げ、その特徴と破壊防止のための留意点を述べよ。

作成日：2021.7.11
課題年：2021
問題番号：II-1-1
評価 A
部門：建設
専門科目：鋼構造及びコンクリート
専門事項：港湾鋼構造物の

① 疲労破壊

1) 特徴：① 繰り返し作用する荷重によって部材に亀裂が発生し破断に至ること。② 弾性範囲内の応力が1万回程度以上作用して破断する高サイクル疲労、塑性域に達する応力が1万回程度以下作用して破断する低サイクル疲労に大別される。

■ ①は特徴というよりは用語の定義に相当するのではありませんか。また②は2分類しているだけで、疲労破壊の本質的な特徴述べているわけではないようです。こうした特徴の問題では、特性を形容詞で表し、そうした特性が得られる技術的要因を根拠としてのべるとよいでしょう。

2) 破壊を防ぐための留意点：

高サイクル疲労は、溶接止端部の形状が急変することで応力集中が原因で起こる場合がある。応力集中を緩和するために、止端部をグラインダーで処理し、形状を滑らかにする。ディスクグラインダーにより処理すると傷が残り、その傷を起点として亀裂が発生することがあるので、追加でバークライナーで処理し、傷を残さないようにする。

■ 「～の場合がある」という表現は、一般的には「そうでない逆のことが多い」という意味も含んでいますので要注意です。答案では明快な分を用いるように努めてください。また「応力集中を・・・」の記述はグ

ラインダーによる個別の加工法に由来する問題点となっており、疲労破壊についての本質的な対策法とはやや違うようです。

② 遅れ破壊

1) 特徴：高力ボルトのように導入軸力が大きいボルトは、締め付けたあとに、時間が経過してから、ボルトが破断することがある。これを遅れ破壊と呼ぶ。

■ こちらの文も遅れ破壊の言葉の定義であって特徴の説明文とは違うようです。

2) 破壊を防ぐための留意点：留意点を2点挙げる。

・超高力ボルトのように導入軸力が大きいボルトには、~~耐遅れ破壊特性の高い材質~~、応力集中が起こりにくい形状のボルト・ネジを使用する。

・ボルトが腐食することで遅れ破壊が起こる場合もある~~るので~~、超高力ボルトは降雨にさらされる環境で使
用しないなど、使用環境に配慮する。

■ 遅れ破壊の防止対策として「耐遅れ破壊特性の高い材質」では当然のことなので、どのような材質なのか特性を表すようにしてください。また「ボルトが腐食する・・場合もある」という表現は前述のとうり誤解を招くので別な表現がよろしいかと思ひます。

II-2-2

建設から30年以上が経過し、老朽化が進んだ構造物に対する耐震補強を実施することとなった。既設構造物の性能を評価し、**現行の基準類を満たすように耐震性能**を向上させる目的で、あなたが担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 対象とする既設構造物と老朽化の状況を想定し、老朽化の状況を踏まえた耐震補強を行ううえで、調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 留意すべき点、工夫を要する点を含めて業務を進める手順について述べよ。
- (3) 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。

作成日：2021.7.11
課題年：2021
問題番号：II-2-2
評価 A
部門：建設
専門科目：鋼構造及びコンクリート
専門事項：港湾鋼構造物の

(1) 対象とする既設構造物と老朽化の状況

港湾鋼構造物である直杭式栈橋を対象とする。本構造は、海底に等間隔に鋼管杭を打設し、海水面上に出た杭頭部をRC床版により結合することで施工される。鋼管杭は、気中・飛沫干満帯・水中・土中という腐食環境にさらされることで、次第に**腐食し、減肉する**。減肉により断面が小さくなると、杭の耐力が低下し、構造全体の耐力も低下する。**補強方法として、杭間の拘束や荷重伝達を担うストラットという鋼管部材を取り付ける方法がある**。~~以下では、この方法について述べる。~~

■ 問1の要求はこのような対策を宣言することではなく、直杭式栈橋のによる腐食の分析とその耐震性能の評価です。

以下の調査、検討すべき事項及び、問2の手順で具体的に経験力に富んだ説明が展開できていることから高い技術者コンピテンシーとして評価されたものと考えられます。

調査、検討すべき事項：4点挙げる。

- ① 水深測量：既設栈橋直下の水深を調査する。船舶の往来による海底土砂の洗堀や常時訪れる波による洗堀により水深は建設時と大きく変わっている場合がある。現状の水深を測定して、耐震設計に反映させる。
- ② 外力の整理：外力として、波浪や地震等の自然の外

力、上載クレーンや着岸・係留する船舶により作用する外力を整理し、耐震設計に使用する。

③ 杭の腐食量調査：現状の杭の断面、海域の腐食環境を調査するために、杭の板厚を測定する。複数の杭に対し複数の水深で計測する。

④ 既設杭の位置測量：杭の打設精度には誤差があるため、設計図面通りの位置に打設されているとは限らない。ストラット材の寸法を決めるために、杭の位置を測量する。

(2) 業務を進める手順

業務を進める手順は、①設計条件の整理、②ストラット材の配置決め、③構造解析モデルの作成、④安定性照査及びストラット材のサイズ決定、⑤防食工の選定である。

工夫を要する点：手順の①・③を効率的に進める上での工夫点を述べる。既設構造を設計した際の計算書や解析モデル図（もしあれば解析モデル自体）が入手できれば、それを参考にする。計算書から構造の決定ケースが分かれば、荷重ケース設定時に、検討ケースを省略することができる。

留意すべき点：ストラット材を取り付けることで、構造物が海水に接する面積が増え、それにより潮流力・波力・地震時の動水圧が増大する。ストラット材に必要な剛性を確保する際は。部材の投影面積、すなわち径を上げるのではなく、板厚を上げる。

(3) 業務を効率的に進めるための方策：2点挙げる。

① 発注者と要求性能や設計条件について密に連絡する。

条件が不足している場合や原設計時の資料が必要な場合は早急に確認して設計が滞りなく進むようにする。

② 設計時に施工に関するリスクが見つかった場合は、発注者経由で施工業者に情報を引き継ぎ、事故やミス未然に防ぐ。

■ 大変申し訳ありませんが、こうしたてきぱきと仕事をするとか、リスクを包み隠さず伝えるとか言うことは技術者としての基本的な素養です。これが技術士にふさわしいと評価されたわけではないと考えます。ここでは本来は、問2の手順を遂行するにあたり、調査業者や施工業者に対して、業者間の業務内容の無理を緩和して、耐震補強の効果が最大化するような提案をすることが求められています。いわゆるプロマネとしての取りまとめを求めています。

以上