

問題文 活性炭処理の種類とそれぞれの特徴と処理上の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-1-1
評価 A
部門 上下水道
専門科目 上水及び工水

(1) 活性炭処理

の種類

① 粉末活性炭注入

粉末活性炭を着水井等に注入し、臭気物質等を吸着させ、沈殿池で沈殿させることにより処理する。ドライ炭とウェット炭注入方式がある。

② 粒状活性炭ろ過

粒状活性炭のろ層を通過させることで水処理する。前段に塩素を注入しなければろ層に微生物が付着し、有機物の処理ができる。オゾン処理の後段に組み合わせることがある。

■ **粉末・粒状の根拠や提案に対する技術的な背景を書くようにしてください。**

(2) 特徴と留意点

① 粉末活性炭注入

必要な時にのみ使用できるので、注入期間が長くなれば比較的 low コストとなる。粉末活性炭を注入すると脱水ケーキが黒くなるので、脱水ケーキを園芸用等として **販売する際には留意する**。

■ 「販売する際に留意する」とはつまり何することですか？「留意する」などと曖昧な表現ではなく具体的に「**・・を・・する**」と行動で表す。

湿気対策は〇です。

ドライ炭はサイロに貯蔵するが、**湿気により固まりやすい。エアブラスターや加振装置を設置する。**

② 粒状活性炭

常時処理となるので高コストとなりやすい。長く使うと目詰まりするので、定期的に洗浄する。石炭系とヤシガラ系があり **変更する際には特性の違いに留意する**。

「特性の違いに留意する」とは。これもつまり何することか？ 具体的に処置法を表現してください。

また、ろ材入替え後には、微粉炭が二次側に流出することがあるので **試運転・試験を慎重に行う**。生物活性炭はろ材入替え後に微生物が **付くまで日数を要す**。

問題文 河川表流水を水源とし、急速ろ過方式を採用する浄水場において、いわゆるゲリラ豪雨と呼ばれる局地的大雨の影響により、年に数回の頻度で原水がきわめて高濁度となる事象が発生しており、対策の検討が求められている。あなたが、この検討業務を担当責任者としてすすめるにあたり、以下の内容について記述せよ。

作成日 2021.7.12
課題年 2021/R3
問題番号 II-2-2
評価 A
部門 上下水道
専門科目 上水及び工水

- (1) 調査、検討すべきじこうとその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順を列挙して、それぞれの項目ごとに留意すべき点、工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的、効果的に進めるための関係者との調整法案について述べよ。

(1) 調査、検討

すべき事項

① 調査

・ ~~過去の事例や他の地域の事例を調査する~~。近年、気象の変動が激しくなっているため、できるだけ最新情報を集める。

■ ケーススタディでは経験、知識を求めています。ですから「わからないのでゼロから調べて対処します」では答えになりません。今回はA評価が得られましたが、毎回良い評価となるか心配です。経験力をもとに具体的な対処方法を示してください。

・ 施設能力の余裕度を確認し、高濁対応時にボトルネックとなる部分を洗い出す。

・ ~~水源を調査し、豪雨時に高濁の要因となり得る場所を把握~~しておく。

■ これを初めから調べておいて、解決法を単刀直入に答えるようにしてください。

② 検討

- ・ 運転方針について検討する。
- ・ ハード対策について検討する。
- ・ 高濁を早めに察知する方法を検討する。

(2) 手順と留意点

■ 期待される応えとやや違うようです。
この内容を読んでも、現状改善につながる具体的方策は得られません。

① 情報収集

~~上記調査により、対応すべき濁度と持続時間を決定する。~~

② 組織的対応方針

大きな視点での対応方針を決め、各部署で足並みを揃えて対応できるようにする。その際には、各浄水場の実情を加味し、現実とかけ離れた方針とならないよう留意する。

■見出しの「情報収集、組織的対応方針、ハード対策、ソフト対策」はいずれも形式的な作業区分にすぎません。残念ながらこれでは河川表流水水源の急速ろ過浄水場のゲリラ豪雨対策がイメージできません。マネジメント論ではなく、水道問題の対処法を具体的に表すようにしてください。

③ ハード対策

ボトルネックとなる設備の改善や設備の増強を行う。大がかりな工事になることがあるので、アセットマネジメントや長期的な施設整備計画との整合を図る。

- ・薬品注入設備：凝集剤やアルカリ剤の注入量や貯槽容量の増強
- ・浄水池：高濁のピークカットのため取水停止ができるよう、容量を増加する。
- ・処理施設：傾斜板の追加により処理能力を増強する。また、汚泥処理の能力を上げるため、脱水機や天日乾燥床を増設する。
- ・水源：他の系統の河川からの取水や地下水を代替水源とする。

④ ソフト対策

運転マニュアルを改訂し、対応能力の向上を図る。

(3) 調整方策

~~・組織内~~

~~―役割分担と責任を明確にする。情報の共有を確実に
行う。―~~

**■コンサルタントの実務上の「調整」の意味が読み取れず、物足りないです。
本講座では3つの要件を求めています。調整とは、①過剰なところから何か減らして、
それを移して、不足を解消して最適化する、②プロマネの指導力がある、③専門分野
の技術応用がある。この3つを表現しましょう。**

~~・他の組織~~

~~―河川の水質状況を迅速に共有できる体制をとる。上
水の相互融通を検討する。―~~

~~・需要者等~~

~~―本取り組みについて説明責任を果たす。―~~

問題文 中小規模の水道事業者の多くは、人口減少に伴う水需要の減少、水道施設の老朽化、深刻化する人材不足等に直面しており、**技術的・財政的に様々な課題を抱えている。**

さらに、市町村合併等が行われた地域の水道事業者においては、浄水場などの水道施設が点在し、運転監視装置の**設備機器厚生や仕様が異なることにより、運転管理や保全管理が複雑**になっている場合があり、適切な維持管理を難しくしている。

(1) 水道施設の監視制御システムを整備するに当たり、技術者として多面的な観点から検討すべき課題を3つ抽出し、それぞれの観点を明記したうえでその内容を示せ。

(2) 抽出したかだいから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対応策を示せ。

(3) 対応策によってあらたに生じるリスクと解決策について、専門技術を踏まえた考えを示せ。

作成日 2021.7.12

課題年 2021/R3

問題番号 III-1

評価 A

部門 上下水

専門科目 上水及

(1) 課題

① 効率化と省人力化（持続の観点）

■ ここはOKです。

人口減少に伴い水需要の減少、人材不足が見込まれるため、監視制御システムの整備により事業の効率化と省人力化を行い、経営基盤を強化することが課題である。

② 災害対応能力の向上（強靱の観点）

人口減少下でも災害対応能力を確保するため、監視制御システムの整備により、複数の浄水場間の相互融通を迅速に行えるようにする必要がある。

■ **現実的にこの↑ようなことはあると思います。ただし、残念ながらここでの焦点ではありません。できたら別な観点が必要です。**

③ 水質の確保（安全の観点）

水質変動時にベテラン職員のカンによって薬品注入量を変更する事例があるが、将来的に立ち行かなくなる。技術の言語化と標準化を行い、監視制御システムによる自動計算を行う必要がある。

■ **何故水質、安全ですか・・・やや唐突です。論理的に、問題点からひも解いて課題を挙げるようにしてください。**

(2) 最も重要な課題と対応策

課題：効率化と省人力化（持続の観点）

選定理由：**水道は国民の生活に欠かせないものであり、**

~~各地域の水道事業を持続させることは社会の持続可能性の確保に寄与するため。~~

■ここ言った内容は当然のことです。技術士以前の話なので↑別な内容がよいと思います。

対応策① 中央集中化

監視制御システムを整備し、中央の拠点から複数の施設を制御できるようにする。これにより中央以外の施設を無人化する。通信の速さと確実性に留意して整備を行う。

対応策② 標準化による維持管理性の向上

市町村合併や広域化した事業体では類似システムを複数運用し維持管理性が低下していることがある。水道情報活用システムの仕様に監視制御システムの仕様を合わせることで、プラットフォーム化とインターフェースの標準化を行い、維持管理性を高める。また、事務系システムも連携し、事務の効率化への波及効果が期待できる。

対応策③ AI技術の活用

薬品注入量と水質状況をディープラーニングさせ、AIが適正注入量を算出し、薬品コストを低減する。水需要の変動をAIにディープラーニングさせ、AIに水需要の予測に基づいて処理や水圧の適正化を行わせて運転コストを下げる。

対応策④ IOT技術の活用

老朽化設備に各種センサーを取り付け、データを

システムに取り込むことで故障に早く気付いたり、予見したりできるようにする。また、スマートメーターで漏水箇所を早く特定できるようにする。

(3) 新たなリスクと対応策

リスク①ハッキング

監視制御システムを高度なものにすると、ハッキングを受けた時の影響範囲が広がる。

■今はDXの時代ですから、この話は何にでも当てはまることなので、やや安直です。水道事業、問2で書いたご提案に特有なリスクはありませんか。専門技術の視点で探してください。

対応策

- ・サイバーセキュリティの強化

OSは常に最新のものとし、ファイアウォールやアンチウイルスソフトが有効であるか確認する。サーバー室の入退室管理やUSBメモリーの管理を確実に行う。

- ・システムの冗長化

分散制御装置や現場盤で運転ができるようにしておく。職員に対する訓練を実施する。

リスク②システムのブラックボックス化

監視制御システムが高度なものになると仕組みが把握できなくなり、故障時の対応や技術伝承に支障をきたす。

■リスクについては正解です。

対応

- ・発注時に内容を開示するよう求めて、仕組みの見え

る化を行う。

- ・各種パラメーターを変更できる仕様とし、パラメーターの最適化を職員が行うことで技術力を維持する。

日本の将来人口は、減少していくと予想されている。この人口減少により上下水道事業では、将来水需要の減少に伴う料金収入の減収や職員数の減少が見込まれている。一方、多くの施設は、老朽化が進行しており、更新時期を迎えつつある。このため、今後も安定して事業を継続していくためには、厳しい財政状況下で執行体制の省力化を図りながら事業が進められるように上下水道事業の基盤強化を着実に進めていくことが求められている。

- (1) 上下水道事業に共通する事業基盤強化に関して、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) 抽出した課題のうち最も重要と考える上下水道に共通する課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して生じうる新たな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。
- (4) 業務遂行において必要な要件を技術者としての倫理、社会の持続可能性の観点から述べよ。

作成日	2021.7.12
課題年	2021/R3
問題番号	I-1
評価	A
部門	上下水道部門
専門科目	上水道及び工業用水道

(1) 上下水道事業に共通する基盤強化に関する課題

上下水道事業を安定して継続していくためには、基盤強化を着実に進めていくことが必須であるが、以下の課題がある。

1) 老朽化設備の更新と財源の不足

高度経済成長期に大幅に整備が進んだ上下水道施設は、近年更新需要のピークを迎えている。一方、人口の減少に伴う料金収入の減少により、上下水道事業の財政収支は悪化傾向にあり、更新に必要な財源の確保が困難となっている。老朽化した設備は、事故リスクや災害時の被害拡大のリスクが高く、安定した上下水道事業の継続を妨げる要因となる。

■現状の説明に終始しているばかりではなく、今後どうしたら良いかという方向性を示す提案をされた方が有益です。

2) 熟練職員の持つ技術の継承

近年、上下水道事業体の熟練職員の大量退職時期を迎えている。一方、経営のスリム化や人口の減少により、新規職員の採用者数は減少傾向にあり、今後もその傾向が続くものと予想されている。そのため、上下水道事業の安定稼働を支える熟練職員の技術ノウハウをいかに少数の若手職員に継承していくかということが課題となっている。

■ここは良く検討されました。正解です。

3) 自然災害対策

近年、大型台風やゲリラ豪雨をはじめとする異常気象や大規模地震といった自然災害が頻発するようになってきている。これらの自然災害は安定した上下水道事業の継続を妨げる要因となるため、施設の耐震化や浸水対策等の自然災害対策が求められている。

■こちらも、だからどうするのかという、技術的対処、課題を示すように。

(2) 最も重要と考える課題とその解決策

~~私は、全問で述べた3つの課題のうち、1)施設の老朽化と財源の不足が最も重要な課題と考える。以下に解決策を示す。~~

■この↑ような冗長な前置きは不要です

① アセットマネジメントの実施

上下水道施設の施設台帳や日々の点検記録を基に、設備ごとの重要度や老朽度を評価し、更新の優先順位を設定する。この結果に加えて地域ごとの財政状況や将来にわたる財政収支を考慮することにより、中長期的に効率的かつ効果的な更新計画を立てる。

② 施設の統廃合とダウンサイジング

老朽化施設の更新にあたり、施設の統廃合とダウンサイジングを検討する。これにより、更新事業費の抑制が図れるほか、維持管理費を含めたライフサイクルコストの削減が期待できる。将来の水需要の減少に合わせた適正規模に施設更新を行っていくことが重要である。

③ ~~上下水道料金の値上げと国庫補助金の活用~~

■これら↓は役所の仕事であって技術士の務めではありません

~~施設の更新に必要な財源を確保するために、上下水道料金の値上げや国庫補助金の活用を検討する。上下水道料金の値上げについては、需要家は敏感であるため、事業内容や財政収支の詳細についてわかりやすく説明し、納得してもらうことが重要である。また、料金については事業体間の公平性や、将来世代との公平性が確保できるように留意する。~~

(3) 解決策に共通して生じうるリスクとそれへの対応
全問で述べた3つの解決策に共通して生じうるリスクとして、ハードの整備や関係者との各種調整に時間や労力がかかることがあげられる。

■困難↑はないとは言えませんが、リスクというほどのことでしょうか。

対策としては、事業の広域化や官民連携、IT技術の活用によって事業の効率化を試みる。事業の広域化では、施設、人材、情報等の経営基盤の共有や有効活用により、運営の効率化が期待できる。官民連携では、民間企業の技術や経営に関するノウハウを有効活用することにより、運営の効率化を図る。IT技術の活用では、各種情報の一元管理や共有化のほか、業務の標準化やマニュアル整備により、効率化を図る。これらは、詳細内容について様々な手法が存在するため、事業体ごとの技術や財源の現状に応じて適切な方法を選択する。

■いろいろ雑多で焦点が絞りこめていません

(4) 業務遂行において必要な要件

技術者は、公衆の安全と健康、利益の優先を常に念頭に置き、経営状況が厳しい中でも安定した事業の継続が可能となるように、自らの持つ技術を駆使する。また、将来にわたる社会の課題やニーズの変化を敏感にとらえて、対応していくことにより、社会の持続可能性を確保する。これらを実現するために、最新の技術を習得できるように継続研鑽するとともに、PDCAサイクルにより、自己の業務手順を常に改善し続ける意識を持つ。

■ここは意味が違います。業績論文ではないのでこのような「私はこう考える」というような心構えは求めおらず、問2の解決策についての独創的な提案、工夫、改善策を求めています。

1. 粉状活性炭

処理の特徴と留意点

粉状活性炭は、粉径数十 μm 程度の活性炭で、異臭味物質やトリハロメタン前駆物質、油、農薬等を吸着除去するために使用される。必要に応じて、塩素注入と組み合わせて導入される。比較的簡易に導入可能であるため、一時的、季節的な処理が必要な場合に採用されやすい。原水に直接注入される。以下に留意点を示す。

■「粉状」と「粒状」が焦点なのでそれに由来することに集中して述べると良いでしょう。下のような一般的な用法/維持管理上の便法は求めています。

- ・~~原水の年間を通しての水質の変化を把握しておき、水質の急変があっても対応できるように、十分な量の活性炭を備蓄しておく。~~
- ・~~ドライ式の場合は、防火対策等、取扱に留意し、ウェット式の場合には溶解設備が必要となる。~~

2. 粒状活性炭処理の特徴と留意点

粒状活性炭設備は、敷き詰めた活性炭上に処理水を通すことにより、異臭味物質や溶解性物質の吸着除去を行う。固定床方式と流動床方式があり、必要に応じてオゾン処理と合わせて導入される。以下に留意点を示す。

■漠然と用法上の留意点を求めているわけではなく、粒状の弱点克服につながることをだけ言うように。

- ・~~活性炭の吸着効果を十分に得るために、処理水の流~~

~~速は早くなりすぎないように監視する。処理水の最適な流速は、事前の処理実験によって決定しておく。~~

- ~~・活性炭の処理可能量の限界を超えた場合には、洗浄による更生や、活性炭の入替を実施する。~~
- ~~・点検や補修、洗浄の実施に備えて、活性炭設備は2系列以上設置する。~~

以上

河川表流水を水源とし、急速ろ過方式を採用する浄水場において、いわゆるゲリラ豪雨と呼ばれる局地的大雨の影響により、年に数回の頻度で原水が極めて高濁度となる事象が発生しており、対策の検討が求められている。あなたが、この検討業務を担当責任者として進めるに当たり、以下の内容について記述せよ。

- (1) 調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順を列挙して、それぞれの項目ごとに留意すべき点、工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的、効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

作成日 2021.07.12
課題年 2021/R3
問題番号 II-2-2
評価 A
部門 上下水道部門
専門科目 上水道及び工業用水道

(1) 調査、検討すべき内容とその項目

■ゲリラ豪雨による高濁度原水の原因、事故はご存じですか。この問題は経験的知識が問われており、未経験では難しいです。

下記のマーカーより、高濁度の原理について無対策のように読み取れます。

高濁度原水への対策として、はじめに、ゲリラ豪雨や局地的大雨が発生した場合の原水の量的変化や時間的变化について調査する。次に、対象となる浄水場について、以下の情報を調査および把握することにより、対応手順について検討を実施する。

・薬品注入の方式と最大注入可能量および濁度計の測定可能範囲

・沈殿スラッジの最大処理可能量

・ろ過とその洗浄方式および洗浄頻度

・着水井、浄水池、配水池の貯留可能量

・非常時対応の人員および体制

(2) 業務を進める手順と留意点、工夫を要する点

①ゲリラ豪雨や局地的大雨が発生するまで

~~ゲリラ豪雨や局地的大雨が発生しやすい時期は、地域ごとに異なる傾向を持つため、それを念頭に置き、天気予報の短時間予報や週間予報を参照し、事前に予測する。また、職員間で情報共有する体制を整えておく。~~

②豪雨、大雨が発生してから濁度が上昇するまで

浄水場の周辺において、ゲリラ豪雨や局地的大雨が予想される場合や、実際発生した場合は、原水濁度の上昇に備えて以下の事前準備を実施しておく。

~~・薬品注入量の増加および濁度計の監視強化~~

~~・脱水機をはじめとする排水処理の先行運転~~

~~・ろ過池の洗浄実施~~

■浄水所内の自らの普段の対応だけでは難しいでしょう。

・着水井、浄水池、配水池への貯留強化

原水濁度は急激に上昇する場合がありますため、できる限り早期に実施することが望ましい。同一河川を水源とする事業者間で情報共有する体制を整えておくことが望ましい。

③原水の濁度が上昇した場合

原水濁度の上昇が始まった場合、浄水処理の強化や濁度系の監視強化を行う。濁度の上昇が浄水場の処理可能量を超えた場合には、~~ピークカットにより取水停止をして、着水井、浄水池、配水池に貯留した水で給水を継続する。配水池が枯渇した場合に備えて、関係機関への連絡を行う。~~

(3) 業務を効率的、効果的に進めるための調整方策

高濁度原水発生時でも一定の機能で給水を継続するために、BCPを策定しておく。具体的には、連絡体制や指揮命令系統、職員の行動手順や行動指針について明確化しておく。職員間で共有化しやすいように電子ベースでマニュアル化しておくことが望ましい。BCPの教育や周知が不十分である場合、特に混乱した状況下においては、対策が機能しない可能性が高い。そのため、日常から定期的に教育や訓練を実施し、実践的

な対応力を養成しておく必要がある。また、訓練によって計画との乖離が明らかになった場合は、BCPを改善するようなPDCAサイクルの運用体制を構築しておくことも重要である。 以上

■BCPとかPDCAとか留意点を求めているのではなく、「調整」です。

中小規模の水道事業体の多くは、人口減少に伴う水需要の減少、水道施設の老朽化、深刻化する人材不足等に直面しており、技術的・財政的に様々な課題を抱えている。さらに、市町村合併等が行われた地域の水道事業者においては、浄水場等の水道施設が点在し、運転監視装置の設備機器構成や仕様が異なることにより、運転管理や保全管理が複雑になっている場合があり、適切な維持管理を難しくしている。上記の状況を踏まえ、水道分野の技術者として以下の問いに答えよ。

- (1) 水道施設の監視制御システムを整備するにあたり、技術者として多面的な観点から検討すべき課題を3つ抽出し、それぞれの観点を明記したうえでその内容を示せ。
- (2) 抽出した課題から最も重要と考える課題の一つ挙げ、その課題に対する複数の対応策を

作成日 2021.7.12

課題年 2021/R3

問題番号 III-1

評価 III単独はB、II IIIでA

部門 上下水道部門

専門科目 上水道及び工業用水道

(1) 水道施設の監視制御システム整備にあたる課題
~~水道施設は、市民生活を守るために常時安定稼働することが最大の使命である。そのために、監視制御システムを整備し、日々の施設の運転管理や維持管理を適切に実施することが重要であるが、以下の課題がある。~~

1) 財源の不足

近年、人口減少に伴う料金収入の減少により、水道事業の財政は厳しい状況にある。固定費の割合が大きい水道事業では、料金収入の減少が財政悪化に直結し、今後もその傾向が続くと予想されている。中小規模事業体を中心に独立採算制の維持も厳しい状況にあり、監視制御システム整備のための財源確保が困難となっている。

■問題の指摘だけでなく、解決の方向性を示す。それが技術士の課題です。

予算取りは役所の仕事であって技術士の務めではありません

2) 人材の確保

近年、団塊の世代を中心とした職員の大量退職時期を迎えている。一方、経営のスリム化や人口減少により、職員の新規採用者数は減少傾向にある。水道事業の健全な運営は、事業体職員による日々の施設の適切な維持管理によって成り立っており、そのための人材確保が課題となっている。

■どうやってするのか、具体的方針まで示すように。

3) 運転管理、維持管理の容易性

水道事業を安定して稼働させるためには、取水から給水に至るまでの各過程の機器を適切に運転管理する必要がある。そのために、監視制御システムを整備し、一括管理することが有効であるが、誤操作等によって社会的に大きな影響を生じさせる恐れもある。これを防止するために、運転管理や維持管理が容易な仕様にシステムを整備することが重要である。

■情報化、IOTによる改善の方針を示すように。

(2) 最も重要と考える課題と対応策

私は、全問で述べた3つの課題のうち、2)人材の不足が最も重要と考える。以下に対応策を示す。

対応策①：監視制御システムの広域化

事業体毎に独立して整備された監視制御システムを通信回線等で接続し、監視制御の広域化を図る。これにより、少人数で集中的に広範囲の水道施設の監視制御が可能となり、運転管理や維持管理の効率が向上するほか、熟練の技術者が持つ技術の水平展開も期待できる。また、拠点毎に異なるシステムの仕様を統一することができる。

対応策②：IT技術の活用

水道施設の監視制御システムにIT技術を導入し、業務の効率化を図る。運転管理や維持管理において人間の技術や判断に依存する部分を減らすことにより、省人化することができる。具体的には以下の手法があげられる。

- ・浄水場内における各機器の制御の自動化
- ・プラントデータ解析による薬品注入量や機器の運転方法の最適化
- ・センサ技術による漏水の早期発見
- ・AI解析による水質変化の将来予測

対応策③：官民連携の導入

~~監視制御システムの整備に官民連携を導入することで、民間の持つ技術やノウハウの有効活用を図る。必要に応じて、監視制御システムの整備から、運転管理まで委託することも検討する。民間は独自の技術を持つ企業が多いため、施設の運転管理や維持管理の一層の効率化が期待できる。官側はモニタリング体制を構築することが重要である。~~

■役所の組織管理手法であって技術士の務めではありません。技術志向とは逆行しているように感じます。あまり触れるべきではないでしょう。

(3) 対応策によって新たに生じるリスクと解決策
 全問で述べた3つの対応策によって、少人数で効率的な水道施設の運転管理や維持管理が可能となる。しかし、少人数となることで監視制御システムに異常が発生した時に対応する体制の構築が困難となることが新たなリスクとなる。以下に解決策を示す。

■これらリスク、解決策は一応間違いではありませんが、あまり難しい話ではありません。技術士の対応としてはもっと水道工学の技術的背景のあるいろいろなことがあると思います。

解決策①：監視制御システムのバックアップ機能強化
監視制御システムの一部が異常になった場合でも、稼働が継続するように、サーバーやコントローラー等の監視機器を二重化し、バックアップ機能を強化する。
また、停電時にもシステムへの電源供給を継続するために、UPSを整備しておく。

解決策②：システム異常時の対応マニュアルの作成
監視制御システム異常発生時の対応手順や連絡体制等についてマニュアル化しておき、適切に対応できるようにする。対応する人材が不足することが予想される場合は他の事業体と応援協定を結んでおく。 以上

問題文 1-1 日本の将来人口は減少していくと予測されている。この人口減少により上下水道事業では、将来水需要の減少に伴う料金収入の減収や職員数の減少が見込まれている。一方、多くの施設は、老朽化が進行しており、更新時期を迎えつつある。このため、今後も安定して事業を継続していくためには、厳しい財政状況の下で執行体制の省力化を図ながら事業が進められるように上下水道事業の基盤強化を着実に進めていくことが求められている。

- (1)上下水道事業に共通する事業基盤強化に関して、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)抽出した課題のうち最も重要と考える上下水道に共通する課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。
(3)解決策に共通して生じる新たな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。(4)業務遂行において必要な要件を技術者としての倫理、社会の持続可能性の観点から述べよ。

作成日 2021.7.24
課題年 2021/R3
問題番号 I-1
評価 A
部門 上下水道
専門科目 下水道

(1) 上下水道事業に共通する課題（3つ）

① 上下水道に携わる技術者の減少への対応

上下水道に携わる官民双方の技術者は40～50歳代が多く、人口減少などにより技術者は減少する傾向にある。今後長期的視点から上下水道事業を継続していくためには、ナレッジマネジメント、ICTの活用、官民連携などを行い、技術者減少に対応することが課題である。

■このページの①②は正解◎です。

② 上下水道施設の老朽化及び更新需要の増大への対応
上下水道施設の多くが老朽化により更新時期を迎えている。

そのため、アセットマネジメント手法を採用し、施設のリスク評価や影響評価に基づき、更新需要を平準化するとともに、効率的な施設維持管理を実施することが課題である。

③ 財政収支の悪化への対応

人口減少に伴い料金収入が減ることが想定される一方で、更新や維持管理に要する費用が今後増えることが想定される。

支出削減のための民間活用や、簡易水道・人口3万人以下の下水道事業への複式簿記・公営企業会計を導入し、健全な財政収支を確保することが課題である。

■経営改善はわかりますが、技術士の貢献になるでしょうか。下水道工学の視点からの指導、改善提案はありませんか。

(2) 最も重要と考える上下水道に共通する課題

① 最も重要と考える課題

前述の「(1) = ① 上下水道事業に携わる技術者の減少への対応」が最も重要な課題と考える。

その理由は、上下水道事業を安心・安全に継続的に実施していくためには、技術の継承や研さんが必要だからである。

■近年、理由は求められなくなりましたので書かれなくても構いません。解決策に注力しましょう。

② 解決策

1) ナレッジマネジメントの採用

ナレッジマネジメントの採用により技術継承と向上を図る。ベテラン職員の技術やノウハウは技術者の頭の中にあり暗黙知となっており、形式知化を図るとともに、業務手順のマニュアル化や標準化を図り、また、継続的な教育訓練を実施する研修計画を立案・実施することによって、技術継承を行うことが解決策である。水道技術と関係の無い能力開発です。このような取り組みは何の事業でもいることです。技術士としてはどうなのか、水道技術に特化した話はありませんか。

■ 1) はOKです。合格点取れています。

2) ICT の活用

ICT 技術を活用して、技術の継承や業務の効率化を図る。具体的には、BIM や i-construction による建設工事の施工自動化、システムを活用したストックマネジメ

ントやナレッジマネジメント、処理施設の運転監視制御システムの導入による業務の効率化などである。業務効率化により少ない技術者で事業を推進していくようにするのが解決策である。

■業務効率化はOKですが、上下水道の分野でICTはどのように進めますか。ただBIMやi-constructionしかありませんか。建設と同じようにすればよいだけでしょうか？キーワードを挙げるだけでなく、水道としての活用法に触れるようにしてください。

3) 官民連携の推進、広域化・共同化

DB、DBO、コンセッション方式などの民間への包括委託、PFIなどの民間資金の活用などが解決策である。事前のマーケットサウンディングやVFMの算定などによって官民連携の効果を事前に調査することに留意する。また広域化・共同化によって事務事業の効率化を図り、執行体制の省力化を図ることも解決策である。

(3) 新たに生じうるリスクと解決策

ICT活用におけるサイバーテロが新たに生じうるリスクとして考えられる。関連システムが停止すると上下水道の供給が停止、大きな影響が発生する懸念がある。

■情報システムにサイバー攻撃はつきものです。易しすぎて技術士が挙げるリスクとは思えません。提案内容の「ナレッジマネジメント、ICT、官民連携」が完成した時点で、社会問題となることはありませんか。

そのため、情報セキュリティ体制を強化することはもとより、上下水道事業に携わる技術者への教育・訓練を強化する。

(4) 技術者倫理、社会の持続可能性の観点からの業務遂行要件

官民連携にあたっては、民間企業が公益よりも収益を優先する懸念がある。

■解決策のメインは「官民連携」できなく「ナレッジマネジメント、ICT」です。こちらについて述べる方がよいでしょう。

技術者として公益確保を最優先することを念頭に起き、民間の活用にあたっては、責任分担を明確化するなどの対応を図る。

また、~~社会の持続可能性の観点からは、地球環境保全の重要性に鑑み、温室効果ガスの削減、省エネルギー、資源の有効利用などを施策~~として取り込むなどの対応が必要である。 以上

■社会の持続可能性のために温室効果ガスを削減するには、ほぼイコールではありませんか。問いの真意は「問2の解決策、ナレッジマネジメント、ICT、官民連携でCO2削減するには、あなたは何の行動(要件)をしますか」という意味です。独自の取り組みが要ります。

1. 下水汚泥のエネルギー利活用の目的

下水道事業は、国内の総電力の約1%弱を利用する産業である。そのため、地球環境対策や省エネルギー対策の観点から、下水汚泥の再利用エネルギーへの活用や省電力などのエネルギー対策を行うことが求められているのが目的である。

■「省エネに都合よいから」だけでは△です。

従来は下水汚泥を廃棄物として埋立処分してきました。しかし、下水汚泥は燃料・肥料として高いポテンシャルを有しているため、バイオガスや固形燃料としてエネルギー利用、またはリンを含む肥料を製造し、農業等において有効活用すべきです。下水道施設でのエネルギー生産、農業の生産性向上に貢献することが目的です。

2. 汚泥の固形燃料化の特徴と導入の留意点

下水汚泥の固形燃料化技術としては、炭化、乾燥化がある。

~~固形燃料化技術はJIS規格化されており、導入が容易であるのが特徴である。~~

■特徴とは、なぜ「容易」なのかその理由、要因、原理にあります。

~~導入にあたっては、汚泥に重金属などの有害物質が含まれていないか、また、再利用するにあたってエネルギー収支を試算し、全体のライフサイクルコストを勘案して効果があるのかを検証することに留意する必要がある。~~

3. 汚泥消化の特徴と導入の留意点

消化の際に発生するガスをバイオガスとして利用す

る方法である。

目的だけでなく、なぜガスにできるのか、その原理やメカニズムに触れるように。

スカムが発生する箇所で有効利用するのが効率的である。スラッジ溶融施設などが隣接する場合に再利用するのが効率的である。他の離れた施設で利用する場合は、その輸送方法を検討する必要があり、またガスが悪臭を放つため、苦情が発生しないように留意する。

■留意点の1番は効率的な発生方法についてです。利用法や輸送法など派生的な事項は評価が低下します。

以上

問題文 II-2-1 大規模な地震時においても下水道が有すべき機能を維持するため、既存の下水道施設への地震対策が必要である。そこで、重要な下水道施設の耐震化を図る「防災」と被災を想定して被害の最小化を図る「減災」を組合せた下水道総合地震対策を計画することになった。あなたが業務責任者として選任された場合、下記の内容について記述せよ。

- (1) 調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順を列挙して、それぞれの項目ごとに留意すべき点、工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的、効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

作成日 2021.7.24

課題年 2021/R3

問題番号 II-2-(1)

評価 A

部門 上下水道

専門科目 下水道

(1) 調査、すべき事項と内容

■問題文にある「防災」と「減災」を組み合わせたとはいどういう意味かお考えですか。

目的が不明確なままで、とりあえず白紙から調べ上げてそれから考える・・・では専門家、経験者の答えになりません。調べる前にシナリオ、ポイントを決めてかかることです。

① 上位計画、関連計画の調査・整理：下水道処理区を所管する地域防災計画、都市計画、総合治水計画など、関連する計画を調査し、整理する。

② 下水道施設諸元の調査、整理：下水道処理施設、ポンプ場、管きよなどの施設諸元を整理し、耐震化状況を調査する。必要によっては耐震診断を実施し耐震性を判定する。

③ 被害想定検討：市町村によっては地域防災計画の想定地震が複数存在することがあるため、想定地震動を調査する。そのうえで、想定地震による下水道施設の被害想定について検討する。

(2) 業務手順と留意点・工夫点

■BCPは大事ですが、すべてではありません。またここはケーススタディなので、BCPの一般論は不要で、下水道施設をどうするか(それだけ)を特論する必要があります。

地震対策はBCP（業務継続計画）を策定したうえで実施することが望ましい。

以下、事前対策と事後対策に分けて業務手順を述べる。

① 事前対策（防災）

施設の耐震化を行う。具体的には、管きょ人孔部の耐震化、処理場建屋の耐震化、監視制御設備にかかる回線の二重化、機械・電気設備の自家発電設備の設置などを行う。財政上の制約から一斉に耐震化や更新を行うことが困難であるため、優先度を評価して、順次耐震化を実施することが留意点である。

② 事後対策（減災）

BCPに基づき、災害発生後の段階に応じた対応を行い、おおむねRTO（目標復旧時間）内に復旧できるようにする。RTOは発災後おおむね1ヶ月後と定める場合が多いが、下水道施設の被害想定や影響範囲、住民アンケートなどによって決定するのが望ましい。被害想定を基に、他都市や業者、自衛隊などからの応援受け入れ状況を調査したうえで、RTO内に復旧するために必要な体制を検討する。

発災後の対応のため、予め施設復旧用の資機材や処理薬品の調達状況などサプライチェーンの調査や、必要な資機材の備蓄を行っておく。必要に応じて災害時応援協定を締結し、迅速に資機材を調達できるようにしておく。また、災害後の事業の対応力向上のため、災害対策訓練を実施する。

災害時の情報連絡を円滑に進めるため、予め情報連絡に用いる報告様式を定めておくのが望ましい。

(3) 関係者との調整方策

~~災害後の対応力向上のため、平常時より、応援自治体・業者や自衛隊などの関係者との災害訓練を定期的に実施する。~~

~~また、耐震化事業の実施にあたっては費用が必要であるため、その必要性や耐震化を実施しなかった場合のリスクについて、財政部局や住民に説明するリスクコミュニケーションを図ることが必要である。~~

■このような心構え、一般論ではありません。問2に書いた手順をどのように実行するかをお考えください。

以上

問題文 III-2 下水道事業は、人口減少による使用料収入の減少、老朽化施設の増加などの背景からより効率的な事業実施が求められており、また、降雨の局地化・集中化・激甚化に対する新たな防災・減災のあり方を検討する必要がある。さらに、人口減少社会における汚水処理の最適化、エネルギー・地球温暖化問題への対応なども求められている。これら様々な課題に対して、持続的かつ質の高い下水道事業の展開を実現するために ICT の活用が推進されており、下水道事業の質・効率性の向上や情報の見える化を進める責任者の立場として、以下の問いに答えよ。

(1)ICT の活用を推進して対応すべき課題について、技術者としての立場で多面的な観点から 3 つ抽出し、その内容を観点とともに示せ。

(2)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)解決策に共通して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 2021.7.24
課題年 2021/R3
問題番号 III-2
評価 A
部門 上下水道
専門科目 下水道

(1) ICT を活用して解決すべき課題

① 施設老朽化、耐震化への対応

■老朽化、耐震化の必要性はともかく、ICT とは関係薄いのでは？ここは ICT の活用を推進して対応すべき課題を端的に挙げるように。

国内の多くの下水道施設が、高度経済成長期の拡張期に建設されたものであり、老朽化を迎えている。また、いまだに耐震化されていない下水道施設も多く存在する。

老朽化に対応し維持管理費用を低減させるため、ストックマネジメント手法などの導入が課題である。

② 技術者の減少への対応

下水道に携わる官民の技術者は 40 ～ 50 歳代が多く、また、技術者数は減少の一途をたどっている。そのため、ナレッジマネジメントなどにより技術の継承と技術力向上を図ることが課題である。

■ナレッジマネジメントで技術継承はともかく、ICT でなくともできます。ここでは ICT をどう活用するつもりですか。その活用法について提案してください。

③ 財政収支の悪化への対応

人口減少に伴う使用料収入が減少する一方で、今後の施設更新費用や維持管理費用が増大する可能性があり、財政収支の悪化が懸念される。

更新費用の平準化、維持管理費用などライフサイクルコストの削減、覆域簿記などの公営企業会計の導入

によって、健全な財政収支を確保することが課題である。

■これも同じ。確かに下水道の課題ですが、この問題の主題のICTの活用との関係性が述べられていません。

(2) 最も重要と考える課題と複数の解決策

~~最も重要な課題は前述の「(1) ①施設老朽化、耐震化への対応」である。下水道事業は国見が健康的に生活するためになくてはならないインフラ施設であり、処理を停止させると大きな影響が発生するからである。複数の解決策について次のとおり述べる。~~

■理由は不要です。

① ICT 活用によるストックマネジメントの推進

GIS や設備台帳システムを活用し、管きよ（布設位置、管種、建設年度など）や設備（建設年度、設備種類など）を収集整理する。管きよが埋設されている道路の重要度や処理停止による影響度を加味し、各施設のリスク評価を実施する。リスク評価結果に基づき、優先的に対応すべき施設に対して、スクリーニングを行う。管口カメラ調査などで劣化が進行している施設については、さらなる詳細な調査として、自走式カメラや UAV などを用いて目視調査を行い、劣化度を判断する。必要な箇所の修繕や改築・維持管理についてストックマネジメント計画を策定し、実施する。

■ ① ② は OK です。合格点取れています。ただし冗

長なのでもう少し簡潔が良いでしょう。

② 施設の監視制御設備導入による効率化

特に多くのポンプ場や設備を抱える場合、監視制御を集約する監視制御システムを導入することが解決策である。これにより施設の状況を把握し、エネルギー効率を考慮した取り替えを行う。広域化や共同化を行う際もスムーズに移行でき、施設老朽化に対応できる。

③ 浸水シミュレーションの精緻化

近年の ICT 技術の発展はめざましく、特にコンピュータの処理性能が向上している。そのため、分散モデルの採用など雨水流下シミュレーションの精緻化が可能となり、大雨時の照査降雨による浸水シミュレーションが実施でき、防災対策や耐震化の向上が図れる。

④ 施工自動化

CIM を用いた施設工事の施工自動化を採用することで、施設更新、耐震化の迅速化を図る。

⑤ 技術の継承

ナレッジマネジメントシステムの採用により、技術継承にあたってのベテラン職員の暗黙知の形式知化や、e-ラーニングシステムによる研修による技術力向上を図る。

(3) 新たに应じるリスクと対策

サイバーテロが新たに应じるリスクの 1 つである。これによって関連システムが停止すると、下水処理自体が停止し、大きな影響が発生する可能性がある。

■サイバーテロは今や常識です。技術士問題の答えになりにくいです。一方、解決策は難解で水道部門では歯が立ちません。現実には下水道技術士の出る幕はないでしょう。ですので、提案はできても有意義な議論はできません。

そのため、サイバーテロに対する情報セキュリティの強化、ISMSに基づく下水道技術者への教育訓練を図る。またICTが使えない場合でも非常時優先業務が実施できるよう、BCPの対象事象にサイバーテロを追加する。

さらに、ICT導入によりベンダーロックとなり、今後の維持管理費用が増大する恐れがある。そのため、データやシステム仕様の標準化などの対策を図る。

以上

問題文 日本の将来人口は、減少していくと予想されている。この人口減少により上下水道事業では、将来水需要の減少に伴う料金収入の減収や職員数の減少が見込まれている。一方、多くの施設は、老朽化が進行しており、更新時期を迎えつつある。このため、今後も安定して事業を継続していくためには、厳しい財政状況の下で執行体制の省力化を図りながら事業が進められるように上下水道事業の基盤強化を着実に進めていくことが求められている。

- (1) 上下水道事業に共通する事業基盤強化に関して、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) 抽出した課題のうち最も重要と考える上下水道に共通する課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して生じる新たな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。
- (4) 業務遂行において必要な要件を技術者としての倫理、社会の持続可能性の観点から述べよ。

作成日 2021.11.21
課題年 2021/R3
問題番号 I-1
評価 A
部門 上下水道部門
専門科目 下水道

(1) 上下水道事業に共通する課題

① 職員の減少

全国市町村の職員は、ベテラン職員の大量退職や人員削減により、ピーク時の平成9年より約3割減少している。全国1716市町村の内、7割は5万人以下であり、担当職員は5人以下である。日々の維持管理業務や老朽化施設の更新業務を行うにあたり、人員不足により支障をきたしている。そのため、**職員の減少**が課題である。

確保 ↑

② 上下水道老朽化施設の更新増

上下水道施設は、高度経済成長期に建設され、今後急速に劣化による更新が必要となる。全国の上水道管延長72万km、下水道管48万km、下水処理場は2200箇所と大量の施設がある。管渠の経年劣化により、上下水道管の破損による道路陥没や汚水の流失が発生し、国民生活や社会経済活動に影響をおよぼしている。効率的な上下水道の老朽化施設の更新が必要である。そのため、上下水道老朽化施設の**更新増**が課題である。

③ 上下水道施設更新費用の財源確保

全国の市町村では、本格的な人口減少による水需要の低下や節水器具の普及に伴い上下水道使用量減により、使用料金の収入が減少している。全国の市町村の上下水道予算についても、事業の縮小や予算の削減が行われている。今**後の施設更新費用と併せて施設の維持管理費を、どのように確保するかが重要**である。そ

のため、施設更新費用の財源確保が課題である。

■ 技術士試験は行政の立場ではないので、省力化や低コスト化とするのが良いでしょう。

(2) 最も重要と考える課題及び解決策

最も重要と考える課題は、「職員の減少」である。その理由は、維持管理や上下水道老朽化施設の更新は今後増加していくため、人員が必要となるからである。

課題に対する解決策について、以下に述べる。

① 広域化・共同化

近隣の市町村と広域化・共同化により、職員の不足を補うようにする。1市町村だけでは対応できないことに、近隣市町村の人的及び技術力の助けを受ける。広域化・共同化により、施設更新や維持管理業務に効率的に取り込むことができる。

② 官民連携 (PPP/PFI)

職員の減少については、民間企業の資金や技術ノウハウを導入し、業務の効率化を図る。民間活力 (PPP/PFI) による上下水道施設の更新を行うことにより、職員不足への対応が可能となる。また、維持管理業務についても、民間事業者への委託を行う。

(3) 解決策により生じるリスクとその対策

上記の解決策に共通して生じる新たなリスクとしては、職員の技術の空洞化がある。広域化と官民連携することで、中小の市町村では技術的確認の能力不足により技術的なチェックができないおそれがある。その

対策としては、官民で勉強会や研修会を実施して、技術の向上を図る。市町村の上下水道事業の職員については、基幹となる技術者は最小限確保しておく。必要な事業は、官側で行うようにする。

(4) 業務遂行において必要な要件

~~上下水道事業の業務遂行にあたり、公共の安全である公衆の安全、健康及び福利を最優先に考えて行うことが必要である。~~

~~社会の持続可能性の観点から、環境の保全に配慮し、上下水道施設を更新していく。~~

■ここは意味が違います。問2に書いた広域化、官民連携を遂行するのに、ただ最低限の仕事をするのではなく、技術士なら技術者倫理も高めてするはず。ついてはあなたは、仕事のやり方として、何をどう留意しますか・・・という意味です。

例 地域のまとまりを考慮して、親近性の高いグループを作り広域化する。水道業務の差が生じないように平等性が保つため質的平準化を目指す。

以上