

平成 22 年度技術士第二次試験問題【上下水道部門】

必須科目

II 次の問題について解答せよ。(答案用紙 3 枚以内にまとめよ。)

上下水道事業における業務指標 (PI : Performance Indicator) の一般的な活用方法を簡潔に述べよ。その上で、次に示す架空の A 市における市勢の概要と上下水道事業の概要を整理した説明文・図・表をもとに、A 市の上水道事業及び下水道事業それぞれについて、今後、検討が必要と考えられる課題を 2 つずつ抽出のうえ記述し、その技術的対応策を述べよ。

【 A 市の市勢概要 】

A 市は、人口 40 万人、世帯数 15 万世帯、面積 500km² を有し、その地方の中核都市としての役割を果たしてきた。近年は、人口は横ばい状態であるが、将来的には日本の他都市同様、徐々に人口が減少すると予測されている。

地勢的な特徴としては A 市のほぼ中央を北西から南東へと比較的大きな B 川が流れており B 川の上流部は山間部をなし、右岸側は山間部に続く丘陵を含む起伏のある地形であり、左岸側は平坦な地形となっている。また、B 川は、上水道の水源の 1 つである一方、下水処理水の放流先でもある。

【 上水道事業の概要 】

A 市の上水道は、市域を貫流する B 川の上流にあるダムに水源を求め、明治 40 年代に完成した我が国でも比較的初期に創設された上水道である。

上水道の創設後、数次にわたる拡張事業を行うとともに、水源についても B 川の表流水、地下水に求めるなど、人口増による水需要増に対応するための供給体制の整備並びに水源の確保、多様化を図ってきた。今日では、17 万 m³/ 日の給水能力を有し、水道普及率は 98% となり、ほとんどの市民が水道を利用できる高普及時代を迎えるに至った。

施設面では、周辺町村との合併もあり、浄水場は河川表流水を原水とする浄水場が 2 ケ所、地下下水・湧水を原水とする小規模浄水場が 20 ケ所、市域に点在しており、管路延長は 2,200km を有する。浄水場、管路の多くは昭和 40 年代から 50 年代にかけて整備されているが、創設当初からの施設も残存する。

【下水道事業の概要】

A市の公共下水道事業は、昭和30年代初頭の下水処理場の完成により、全国でも早い時期に下水道の普及について第一歩を踏み出した。その後、市勢の進展に合わせて、順次、処理区域の拡大を図り、上流域では、特定環境保全公共下水道も管理している。その結果、今日では、処理人口普及率70%、処理区域面積60km²、現在晴天時処理能力10万m³/日、汚水管きよ延長1,300kmを有し2ヶ所の下水処理場で処理し、B川に放流している。

雨水排水施設の整備については、污水処理施設の整備に比べて遅れているが、平成10年代初頭に雨水管きよの整備に着手、順次、整備した区域を拡大しながら、併せて合流式下水道の改善にも努めている。

表1 A市の上水道事業の概要

上水道の概要	
給水人口	39万人
水道普及率	98%
給水能力	17万m ³ /日
表流水を原水とする浄水場	2箇所、14万m ³ /日
地下水・湧水を原水とする浄水場・	20箇所、3万m ³ /日
管路延長	2,200km

表2 A市の下水道事業の概要

下水道の概要	
処理区域内人口	28万人
処理人口普及率	70%
処理区域面積	60km ²
現在晴天時処理能力	10万m ³ /日
処理場数	2箇所
汚水管きよ延長	1,300km

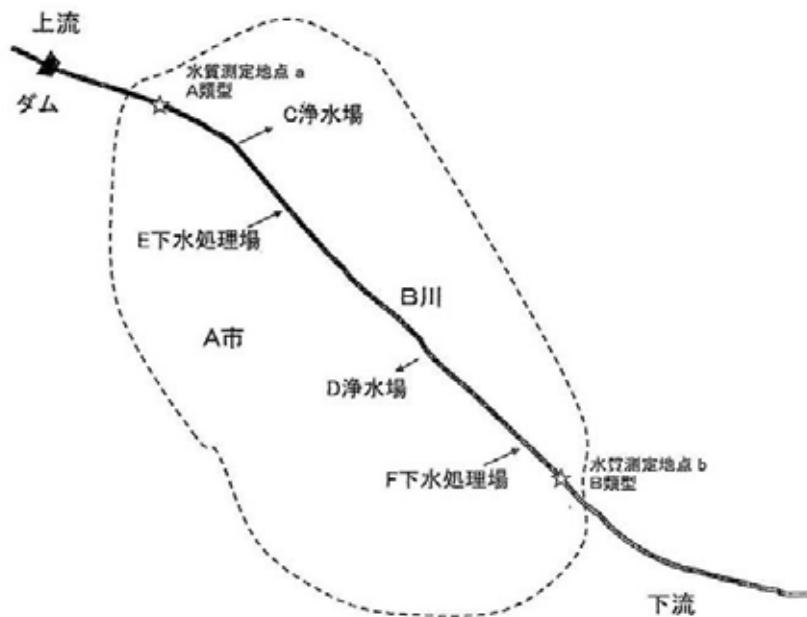


図1 A市における浄水場、下水処理場、水質測定地点等の位置関係図

注1: 図の矢印は、浄水場の取水地点、下水処理場の放流先を、点線はA市の市境を示したものである。

注2: 各水質測定地点付近での生活環境の保全に関する環境基準に対応する水域の類型は、図に示したとおりである。

注3: C・D浄水場の浄水処理方式は、急速ろ過方式である。

注4: E下水処理場の下水処理方式は、オキシデーションディッチ法、F下水処理場の下水処理方式は、標準活性汚泥法である。

表3 上水道事業の業務指標（平成18年度～20年度）

指標の名称	単位	指標の解説	18年度	19年度	20年度
水源余裕率	%	一日最大配水量に対して確保している水源水量がどの程度余裕があるかを示す割合	5.0	4.0	5.0
カビ臭から見たおいしい水達成率	%	水質基準を満たした上で、カビ臭に関するおいしい水の達成率を表す割合	60	55	50
浄水予備力確保率	%	必要とされる一日最大浄水量を配水したとき、浄水施設全体に対する余裕の割合	10	10	10
配水池貯留能力	日	配水池の総容量の一日平均配水量に対する日数	0.4	0.4	0.4
経年化浄水施設率	%	法定耐用年数を超えた浄水施設能力の全浄水施設能力に対する割合	22	22	22
経年化管路率	%	法定耐用年数を超えた管路延長の総延長に対する割合	47	48	50
管路の更新率	%	年間で更新した管路延長の総延長に対する割合	1.0	1.1	1.3
浄水施設耐震率	%	浄水施設のうち耐震化がなされた施設の浄水能力の全浄水施設能力に対する割合	80	80	80
配水池耐震施設率	%	配水池のうち耐震化がなされた配水池の容量の全配水池容量に対する割合	50	50	50
管路の耐震化率	%	管路のうち耐震型継手を有する管路延長の総延長に対する割合	12	14	15

表4 下水道事業の業務指標（平成18年度～20年度）

指標の名称	単位	指標の解説	18年度	19年度	20年度
晴天時汚濁負荷除去率	%	年間を通じた汚濁負荷(BOD)の削減率	85	87	88
再生水の使用率	%	1年間の処理水量に対する再生水として利用した割合	5.1	4.9	4.7
合流式下水道改善率	%	合流式下水道改善対策の整備済み面積の割合	2.3	2.4	2.5
雨水排水整備率	%	雨水排除のために下水道の整備が必要な全面積に対する整備が完了した面積の割合	32	33	34
主要設備の経年化率	%	主要設備の標準的耐用年数の総計に対する経過年数の総計の割合	87	89	96
施設の経年化率(管きょ)	%	標準的耐用年数を超えた管きょ延長の総延長に対する割合	2.2	2.7	2.9
管きょ調査率	%	年間に調査した管きょ延長の総延長に対する割合	3.1	2.4	1.1
管きょ改善率	%	年間で更新・改良・修繕された管きょ延長の総延長に対する割合	0.41	0.45	0.51
非常時電源確保率	%	全処理場のうち非常時電源が確保できている処理場の数の割合	50	50	50
施設の耐震化率(建築)	%	耐震補強が必要な建築施設数に対する耐震補強が完了した施設数の割合	3.0	3.0	3.0

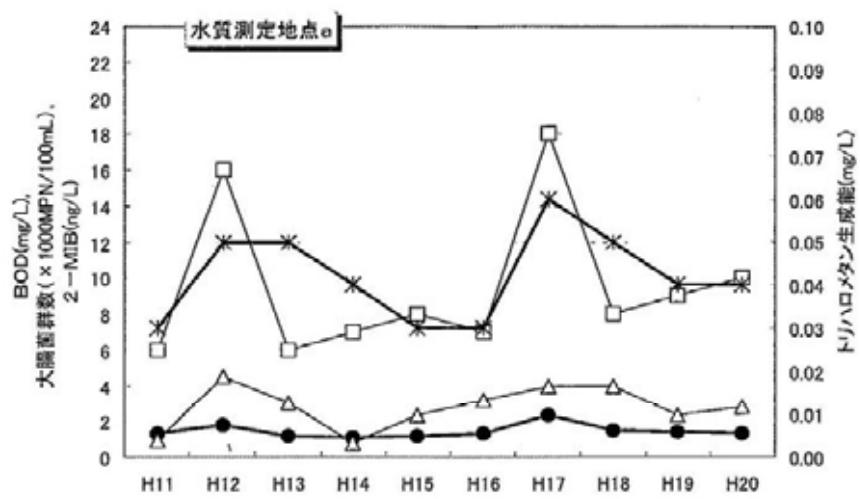


図2 日川河川水質の経年変化(上流の水質測定地点a)

注1: 2-MIBの水道水質基準値は10ng/L以下

注2: 平成12年度、17年度については例年に比べて、降雨の少ない年度である。

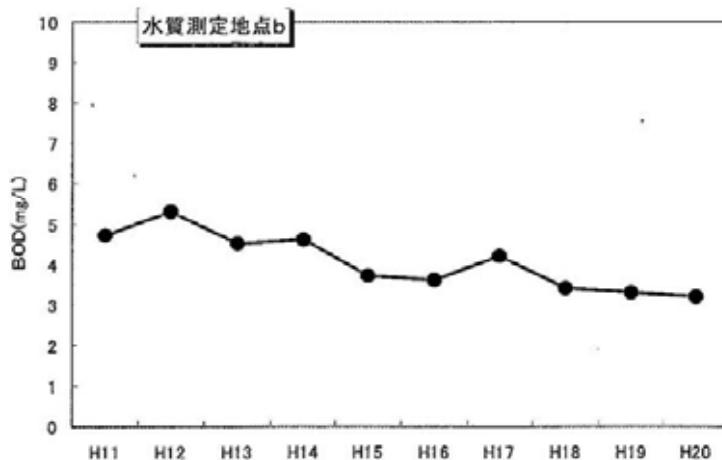


図3 B川河川水質の経年変化(下流の水質測定地点b)

注1: 平成12年度、17年度については例年に比べて、降雨の少ない年度である。

<凡例>

- BOD(75%値)
- △—大腸菌群数(平均値)
- 2-MIB(最大値)
- *—トリハロメタン生成能(最大値)

平成 22 年度技術士第二次試験問題〔上下水道部門〕

選択科目【10-1】上水道及び工業用水道

I 次の 2 問題（I-1、I-2）について解答せよ。

I-1 次の 8 設問のうち 3 設問を選んで解答せよ。ただし A グループ及び B グループから少なくとも 1 設問を選ぶこと。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ 1 枚以内にまとめよ。）

A グループ

- I-1-1 地下水利用において、浅井戸、深井戸の水質汚染の違いと、その対策について述べよ。
- I-1-2 急速ろ過方式と緩速ろ過方式のそれぞれの特徴を支社比して述べよ。
- I-1-3 排水処理施設の構成と機能について述べよ。
- I-1-4 管路診断の目的とその診断方法について述べよ。

B グループ

- I-1-5 金属管の腐食は、自然腐食と電食に大別されるが、電食の防止方法について 4 つ挙げ、その内容について述べよ。
- I-1-6 クリプトスボリジウム等の予防対策の 1 つである紫外線処理の、運転管理方法について述べ、また、その留意事項について 3 つ述べよ。
- I-1-7 PSI が検討されるに至った凝集沈殿処理における課題と PSI の特徴について述べよ。
- I-1-8 日本の水道水の水質基準への適合状況は総体的に極めて良好であるが、その中で課題が見られる下記の項目について、概況を述べよ。
鉛、臭素酸、トリハロメタン、塩素酸

I-2 次の 3 設問のうち 1 設問を選んで解答せよ。（答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3 枚以内にまとめよ。）

- I-2-1 昨今の水使用量の減少傾向や生活様式の変化により、水道水の使用方法も従来とは変わりつつある。このような変化に伴う水道施設への影響、課題及び対応策について、送配水運用の視点からあなたの考えを述べよ。
- I-2-2 布設後 40 年経過した口径 150mm ダクタイル鋳鉄管の配水管が突然漏水した。原因を腐食性土壤による腐食と高水圧と仮定し、この事故に対する一連の応急復旧作業及び恒久的な漏水防止対策について述べよ。
- I-2-3 沈殿池においてフロックのキャリ-オ-バーがたびたび観察される。横流式沈殿池と高速凝集沈殿池について、それぞれ考えうる原因を複数予測し、対策を述べよ。

平成 22 年度技術士第二次試験問題〔上下水道部門〕

選択科目【10-2】下水道

I 次の 2 問題（I-1、I-2）について解答せよ。

I-1 次の 8 設問のうち 3 設問を選んで解答せよ。ただし、A グループから 1 設問以上、B グループから 1 設問以上を選ぶこと。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ 1 枚以内にまとめよ。）

A グループ

I-1-1 近年頻発する集中豪雨への対応が求められる中、雨水管理計画を策定するうえで検討すべき留意点を述べよ。

I-1-2 地震時にマンホールが浮上する原因について説明するとともに、対策を「原因そのものの防止対策」と「被害の軽減対策」とに分けて述べよ。

I-1-3 合流式下水道の改善について「汚濁負荷量の削減」、「公衆衛生上の安全確保」、「きょうの雑物の削減」の観点のうちから 2 つ選び、それぞれについて異なる解決策 1 つとその概要を述べよ。

I-1-4 下水道台帳を調整する意義について説明するとともに、コンピュータを用いた下水道台帳管理システムの有効活用について述べよ。

B グループ

I-1-5 最初沈殿池と最終沈殿池のそれぞれの役割と設計上の留意点について述べよ。

I-1-6 好気的固形物滞留時間（ASRT）について、その概要及び利用法を述べよ。

I-1-7 下水汚泥の焼却の目的及び流動焼却炉の特徴を述べよ。

I-1-8 下水処理水の再利用水質基準等マニュアルに示された利用用途別の施設基準と達成すべき水質基準等について述べよ。

I-2 次の 3 設問のうち 1 設問を選んで解答せよ。（答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3 枚以内にまとめよ。）

I-2-1 下水管路施設の長寿命化が求められている背景と対策を述べよ。

I-2-2 水質改善が進まない三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）や湖沼等の閉鎖性水域の現状について説明するとともに、それら公共用水域の水質改善のための高度処理実施率を向上するまでの課題と対策について述べよ。

I-2-3 下水道におけるエネルギー利用、温室効果ガス排出の現状について説明するとともに、地球温暖化防止に向け、今後下水道が取組むべき技術的対応策について述べよ。

平成 22 年度技術士第二次試験問題〔上下水道部門〕

選択科目【10-3】水道環境

I 次の2問題（I-1、I-2）について解答せよ。

I-1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれよ1枚以内にまとめよ。）

I-1-1 水道水の塩素消毒剤として使用されている次亜塩素酸ナトリウムに関して、その特徴及び保管時の留意事項について述べよ。

I-1-2 水道水中の残留塩素に関して、消毒、消毒副生成物、臭気の観点からみた留意事項と対応について述べよ。

I-1-3 浅井戸において、「クリプトスボリジウムによる汚染の可能性を示す」指標菌が検出された場合の処理方法を2つ挙げ、その内容、留意事項について述べよ。

I-1-4 水質試験の前処理の1つである固相抽出法に関して、その概要及び操作方法（バッチ法、カラム法、ディスク法の3種）について述べよ。

I-1-5 急速ろ過方式の浄水処理過程（着水井→混合池→凝集沈殿池→砂ろ過池→塩素混合池→浄水池）で使用する水質計器に関して、各施設ごとに必要な水質計器を挙げ、それぞれの計測目的、維持管理上の留意事項について述べよ。

I-1-6 高度浄水処理方式を3つ挙げ、各方式の内容と採用する際の原水水質の特徴について述べよ。

I-2 次の3設問のうち1設問を選んで解答せよ。（答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3枚以内にまとめよ。）

I-2-1 深井戸の原水水質が pH 6.0、鉄 0.8mg/L、マンガン 0.1mg/L、アンモニア態窒素 2mg/L 程度である場合の浄水処理のフロー、選定理由、留意事項について述べよ。

I-2-2 近年、貯水槽水道の水質管理が問題視されてきているが、貯水槽水道の現状、課題と対策及び貯水槽水道所有者、衛生行政、水道事業者のそれぞれの関わりについて述べよ。

I-2-3 近年、下水処理水の再利用が注目を集めているが、その背景について述べよ。

また、再利用の方法として水道原水としての利用を含み3つ挙げ、それぞれの内容及び課題と対策について述べよ。