

## 問 題 ( 診 断 士 )

## [解答作成の注意事項]

1. 試験監督者の試験開始の合図があるまで、試験問題を見てはいけません。
2. この試験問題は、四肢択一式および記述式です。試験問題は、全部で43ページです。
3. 四肢択一式問題は40問です。
4. 記述式問題は、問題Ⅰおよび問題Ⅱの2つがあります。いずれか1題を選択して答えてください。
5. 解答用紙は、四肢択一式問題用マークシート1枚および記述式問題用1枚の計2枚です。
6. マークシートの所定欄に、受験番号、氏名、試験地を記入してください。受験番号は、記入例を参照して間違いのないようにマークしてください。
7. 四肢択一式問題1～40は、問題ごとに正解肢は1つしかありません。1問につき2つ以上マークすると、その問題の解答は無効になります。正解と考える選択肢の番号をマークシートの解答欄①②③④から1つ選び、HBまたはB程度の黒鉛筆(シャープペンシル可)で黒く塗りつぶしてください(解答用紙のマーク記入例参照)。
8. マークシートは光学的に読み取るので、記入の仕方が悪い場合、消し方が不十分な場合、あるいはボールペンで記入した場合等では二重解答や無解答となることがあります。
9. 記述式問題の解答用紙の所定欄に、受験番号、氏名および試験地を記入してください。
10. 記述式問題の解答に際しては、選択した問題の番号を解答用紙の該当欄に記入してください。選択した問題の番号が記入されていなかった場合は、採点の対象となりません。

## [その他の注意事項]

1. 試験開始の合図の後、ただちにページ数の過不足および印刷の不鮮明なところがないことを確かめてください。過不足等があったら取り替えますので、手をあげて申し出てください。
2. 試験問題の内容についての質問には、お答えできません。
3. 計算機(小型無音で、四則演算程度(平方根、数値メモリは含む)までしかできないもの)の使用はさしつかえありません。ただし、前記の演算機能以外の、関数演算や式あるいは文章等を記憶する機能を有する機器(例えば、関数電卓、ポケットコンピュータ、携帯電話、電子手帳、スマートフォン、タブレット端末およびスマートウォッチなどのウェアラブル端末等)は、使用を禁止します。
4. この試験の解答時間は、試験開始の合図があつてから3時間です。試験開始後1時間以内および終了15分前以降は退室できません。
5. 試験開始後1時間から試験終了前15分までの間に中途退室を希望する方は、手をあげて試験監督補助者に試験問題と解答用紙を手渡ししてから、静かに退室してください。中途退室のときは、試験問題を持ち出すことはできません。
6. 試験終了の合図があつたら、ただちに解答をやめ、マークシートも記述式問題の解答用紙も表を上にし、開いた状態で机の上に置き、試験監督者あるいは試験監督補助者が解答用紙を回収した後、試験監督者の指示があるまで席を立たずにそのまま待っていてください。試験終了後は試験問題を持ち帰ってもかまいません。
7. 中途退席して試験終了後に試験問題を持ち帰りたい方は、試験問題の表紙の右下の部分に受験番号を記入した上で、机に貼つてある受験番号・氏名のラベルシールをはがして試験問題表紙の左上に貼り付けてください。試験が終了し、試験室内の受験者が退室した後、試験室への入室を許可します。受験票で受験番号を確認後、試験問題をお渡しします。

受験番号

--	--	--	--	--	--

【問題 1】

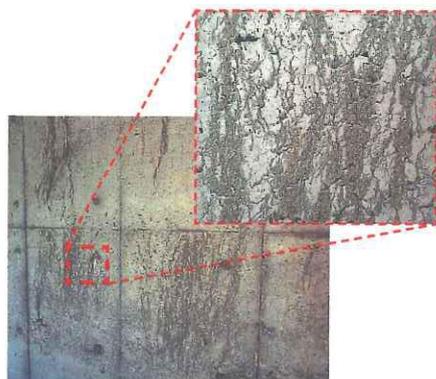
写真(A)～(C)に示す変状について、ブリーディングが関与するものとして次の(1)～(4)の適・不適の組合せのうち、適当なものはどれか。



(A)床スラブ上面に発生した変状



(B)擁壁の壁面に発生した変状



(C)橋脚の壁面に発生した変状

	(A)	(B)	(C)
(1)	不適	不適	適
(2)	適	適	不適
(3)	適	不適	適
(4)	不適	適	不適

【問題 2】

図に示す積雪寒冷地に位置する道路橋のRC製壁高欄において、施工から15年を経過した時点で、写真に示すような幅0.5mmのひび割れが確認された。このひび割れの原因に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も適当なものはどれか。

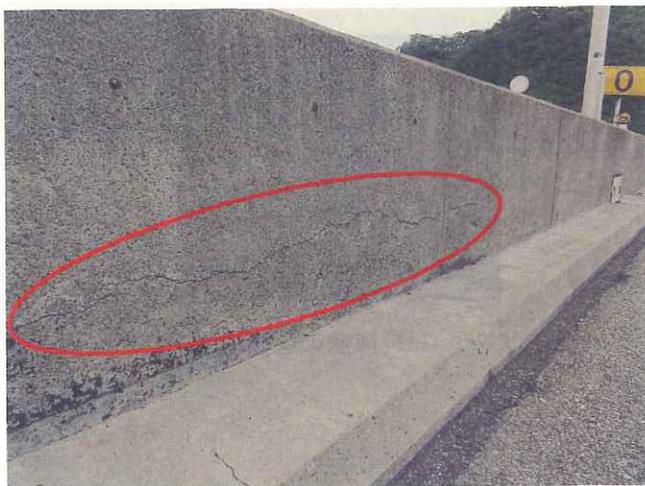
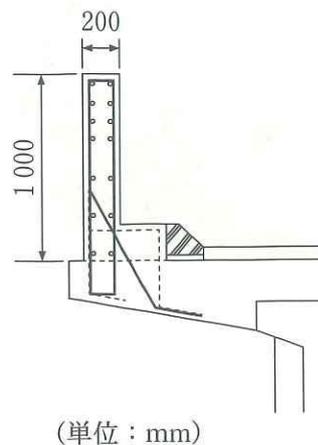


写真 ひび割れの発生状況



(単位：mm)

図 RC製壁高欄の断面図

- (1) コンクリートに生じた乾燥収縮が床版に拘束されて発生した。
- (2) 凍結防止剤の散布によって塩化物イオンが浸透し、内部の鉄筋が腐食して発生した。
- (3) 大型車の通行による活荷重の繰返し作用によって発生した。
- (4) 反応性骨材の使用によってアルカリシリカ反応が生じて発生した。

【問題 3】

プレキャストコンクリート製品に生じる色調の違いおよび色むらに関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

プレキャストコンクリート製品の色調の違いおよび色むらの原因として、例えば、型枠の剥離剤の影響や、(A)が製造ロットにより異なることが挙げられる。また、製品を保管している際に、コンクリート中の余剰な水分が表面で蒸発し、可溶成分が析出する(B)などが生じることも原因となる。(B)の発生は、気温が(C)時期に生じやすい。なお、一般に、これらの色調の違いおよび色むらはコンクリートの力学性状には影響を与えない。

	(A)	(B)	(C)
(1)	練混ぜ水の品質	レイタンス	低い
(2)	練混ぜ水の品質	エフロレッセンス	高い
(3)	細骨材の種類	レイタンス	高い
(4)	細骨材の種類	エフロレッセンス	低い

【問題 4】

キャビテーションによるコンクリート水路のすり減りに関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

凹凸や急激な屈曲をもつ水路のコンクリート表面に沿って(A)の水が流れる場合、さらに障害物などによる局所的な圧力(B)が加わると、その下流は負圧となって(C)が混在した状態の流れとなる。この流れが圧力の高いところに移動すると、(C)は急激に圧潰される。この現象をキャビテーションという。このキャビテーションにより水路に大きな衝撃が作用して、ピッチング損傷を与え、すり減りを生じさせる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	高速	上昇	砂礫
(2)	低速	上昇	気泡
(3)	低速	降下	砂礫
(4)	高速	降下	気泡

【問題 5】

RC造床スラブの中央におもりを落下させて振動計測を行った。健全な状態のスラブにより計測された波形の概念図を図に示す。このスラブに大たわみによるひび割れが生じた場合に、同じ方法により計測される波形の概念図として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

なお、以下に示す概念図の時間および加速度のスケールはいずれも同一とする。

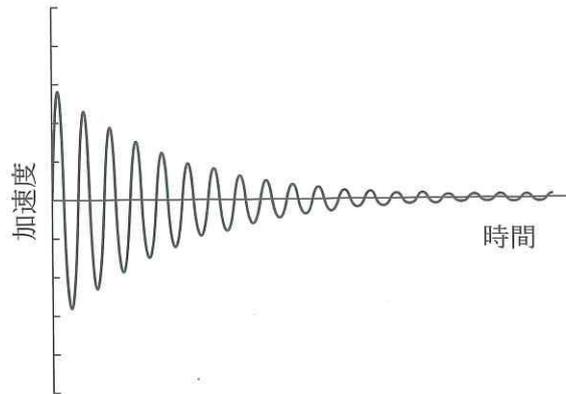
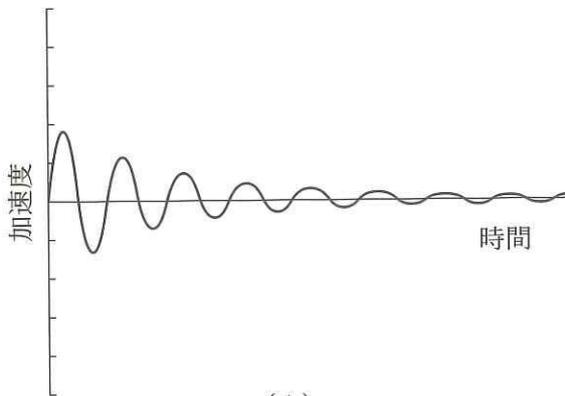
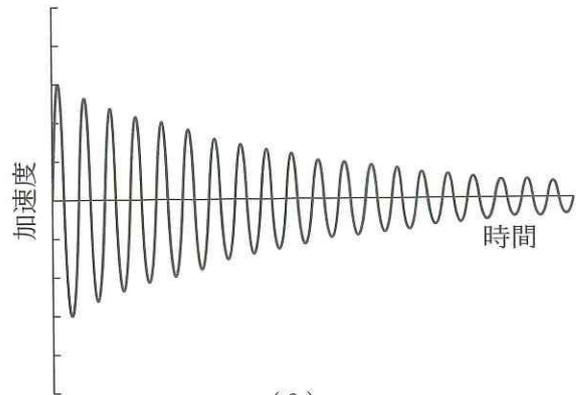


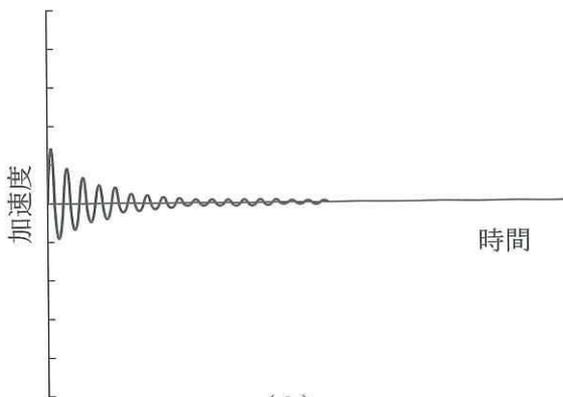
図 健全な状態のスラブにより計測された波形の概念図



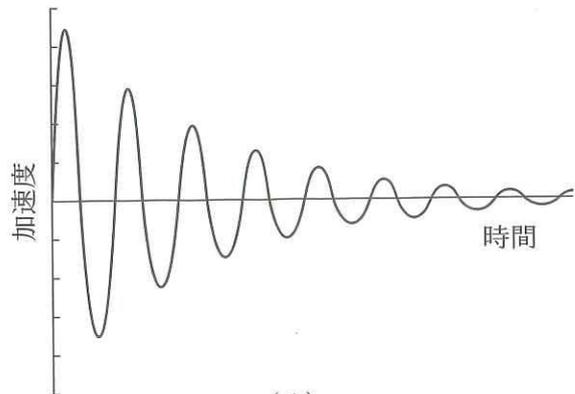
(1)



(2)



(3)



(4)

【問題 6】

普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの中性化速度係数に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。ただし、促進中性化試験に用いる供試体の作り方および前養生は、JIS A 1153：2012(コンクリートの促進中性化試験方法)に従うものとする。なお、促進期間は26週とする。

- (1) セメントの30%をフライアッシュで置換した場合、5%を置換した場合と比較して、中性化速度係数は大きい。
- (2) 水セメント比が65%の場合、40%の場合と比較して、中性化速度係数は大きい。
- (3) 促進期間中の温度が30℃の場合、温度が5℃の場合と比較して、中性化速度係数は大きい。
- (4) 促進期間中の相対湿度が20%の場合、相対湿度が60%の場合と比較して、中性化速度係数は大きい。

【問題 7】

高炉セメントB種を用いたコンクリートの塩化物イオンの浸透抑制に関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。なお、コンクリートは初期養生が適切に行われたものとする。

高炉セメントB種を用いたコンクリートは、普通ポルトランドセメントを用いた同一水結合材比のコンクリートより、細孔径分布が(A)側にシフトして塩化物イオンの拡散が抑制される。また、高炉スラグには普通ポルトランドセメントよりも多くの(B)が含まれているため、より多くの(C)が生成されて塩化物イオンが捕捉される。これらのことが、内部への塩化物イオンの浸透を抑制する要因となる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	小さい	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	フリーデル氏塩
(2)	大きい	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	フリーデル氏塩
(3)	小さい	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	エトリンガイト
(4)	大きい	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	エトリンガイト

【問題 8】

水圧説によるコンクリートの凍害メカニズムに関する、次の記述中の(A)~(C)に当てはまる(1)~(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。なお、対象のコンクリートの設計基準強度は24 N/mm<sup>2</sup>程度とする。

コンクリート内部には(A)と(B)が存在し、水は微細な(A)を通じて浸入する。水の凍結はコンクリート表面から内部に向かって進行する。未凍結水はより小さな空隙内へ移動し、この際に生じる水圧により、コンクリートに破壊が起きるとされる。

AE剤によって連行される気泡は未凍結水の逃げ場となって水圧を低減する。同じ空気量では、この気泡の寸法が小さいほど気泡間隔係数の値は(C)なり、凍結融解抵抗性が向上する。

	(A)	(B)	(C)
(1)	連続する空隙	独立した気泡	小さく
(2)	連続する空隙	独立した気泡	大きく
(3)	骨材中の気泡	セメントペースト中の空隙	大きく
(4)	骨材中の気泡	セメントペースト中の空隙	小さく

【問題 9】

温暖な地域にある図に示す鉄道高架橋のRC橋脚において、写真に示すような白色の析出物が確認された。析出物の主な成分は硫酸ナトリウム、硫酸マグネシウムであった。この析出物の生成に関する記述(A)～(C)の適・不適の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

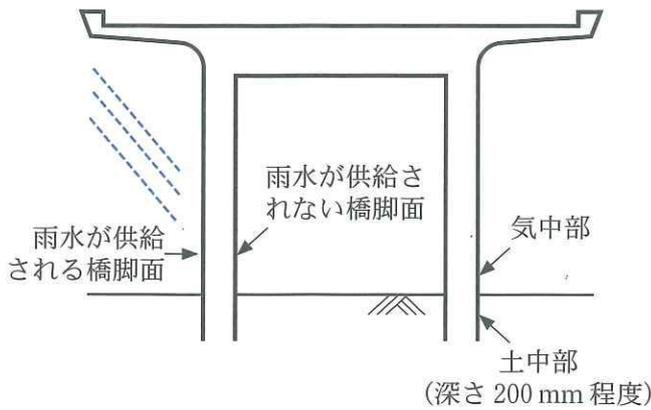


図 鉄道高架橋概要図



写真 橋脚表面の白色析出物

- (A) 析出物の原因となる硫酸塩は土壤に含まれていたものである。
- (B) 橋脚の面によって雨掛かりが異なる場合、雨水が供給される面で析出物が生じやすい。
- (C) 図に示す気中部と土中部を比較した場合、気中部より土中部の方がより析出物が生じやすい。

	(A)	(B)	(C)
(1)	適	適	不適
(2)	適	不適	不適
(3)	不適	適	不適
(4)	不適	不適	適

【問題 10】

下図は、加熱によりコンクリートに生じる力学性状と化学的な変化の概念図である。図中の(A)～(C)に当てはまる次の(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。なお、対象のコンクリートの設計基準強度は  $24 \text{ N/mm}^2$  程度とする。

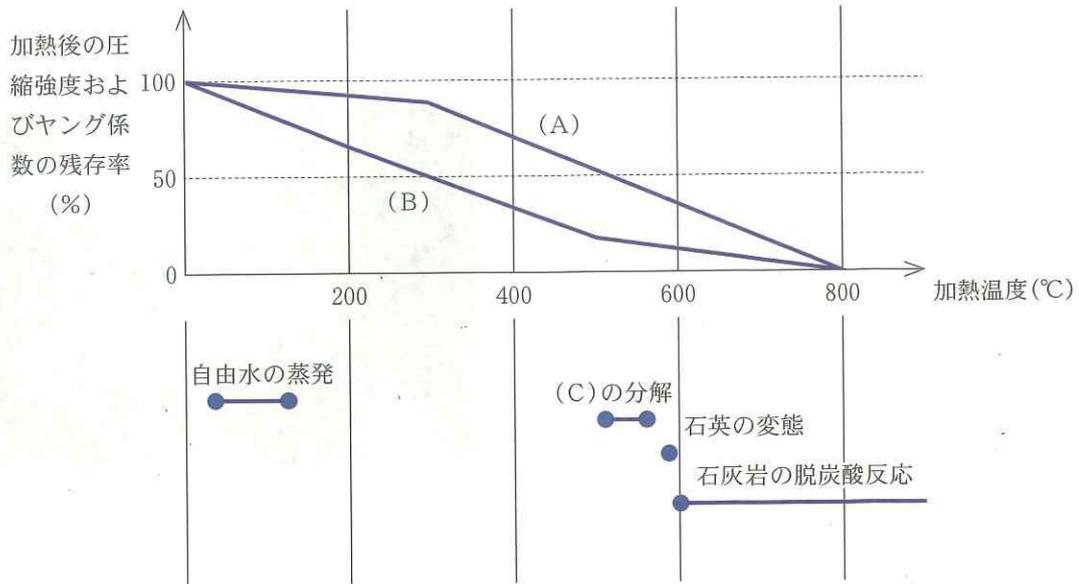


図 コンクリートに生じる力学性状と化学的な変化の概念図

	(A)	(B)	(C)
(1)	ヤング係数	圧縮強度	C-S-H
(2)	圧縮強度	ヤング係数	C-S-H
(3)	ヤング係数	圧縮強度	Ca(OH) <sub>2</sub>
(4)	圧縮強度	ヤング係数	Ca(OH) <sub>2</sub>

【問題 11】

図に示す RC 造食品工場の壁面，屋上および屋上のパラペットに写真のような汚れが付着していた。この汚れの調査に関する，次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち，適当なものはどれか。

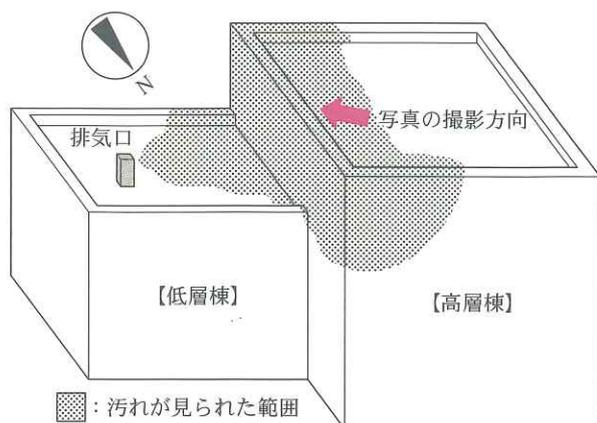


図 RC 造食品工場



写真 パラペット部の汚れ

汚れが確認された箇所から付着物を採取し，(A)により観察したところ，微生物であることを確認した。微生物を繁殖させる原因物質の発生源を特定するために，気象観測データより年間の(B)を調べた。さらに，付着物が有機物由来であることを確認するために，(C)による分析を行った。分析の結果，付着物には微生物の代謝物である天然ポリアミドの他に微生物の栄養源となる多糖類が確認された。これらの結果から原因物質の発生源は排気口であることが特定できた。

	(A)	(B)	(C)
(1)	ルーペ	主な風向(卓越風向)	原子吸光法
(2)	マイクロスコープ	主な風向(卓越風向)	赤外分光法
(3)	マイクロスコープ	降雨量	原子吸光法
(4)	ルーペ	降雨量	赤外分光法

【問題 12】

道路橋 RC 桁の耐荷性能調査に関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

桁の耐荷性能を評価するために、車両を用いた静的載荷試験を実施した。試験時に生じるたわみは(A)により計測し、主桁の応力状態を確認するために桁中央部の(B)にひずみゲージを設置し計測した。(C)によって生じる主桁の応力状態は計測が難しいため、設計図書等を用いて推定した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	AE 法	引張縁のコンクリート	活荷重
(2)	AE 法	主鉄筋	死荷重
(3)	ターゲット画像計測法	引張縁のコンクリート	活荷重
(4)	ターゲット画像計測法	主鉄筋	死荷重

【問題 13】

塩化物イオンの作用を受ける RC 構造物の健全性評価を行うための調査方法に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 部材表面の塩化物イオン量の面的分布を把握するために、電磁誘導法を用いた。
- (2) 鉄筋の腐食量を把握するために、自然電位法を用いた。
- (3) 塩化物イオンの浸透深さを把握するために、採取したコアの割裂面に 10 % クエン酸二アンモニウム溶液を噴霧した。
- (4) 鉄筋の腐食進行のしやすさを把握するために、電気抵抗法を用いた。

【問題 14】

積雪寒冷地に建設された PC ホロースラブ橋において、写真に示す変状が生じており、アルカリシリカ反応が疑われた。この原因を特定するために、コンクリートコアおよび白色析出物を採取して行う調査方法に関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。



写真 PC ホロースラブ橋の変状

コア表面の骨材の割れや反応リムの有無を目視で観察する。より詳細には、薄片試料を作製して( A )観察によって骨材の岩種判定を行う。また、凍結防止剤の影響でコンクリート中のアルカリ量が変化している可能性があるため、コアを粉砕して熱水抽出法で溶出させた水溶性アルカリ量を( B )で分析する。白色析出物は二次エフロレッセンスと考えられるが、アルカリシリカゲルも混在する可能性が高い。これを確認するには、析出物を粉末状に粉砕して、( C )で二酸化けい素の含有量を調べるとよい。

	(A)	(B)	(C)
(1)	偏光顕微鏡	示差熱重量分析装置	粉末 X 線回折
(2)	偏光顕微鏡	原子吸光光度計	蛍光 X 線分析
(3)	マイクロスコープ	原子吸光光度計	粉末 X 線回折
(4)	マイクロスコープ	示差熱重量分析装置	蛍光 X 線分析

【問題 15】

疲労による劣化が疑われる道路橋 RC 床版の調査方法に関する，記述(A)～(C)の適・不適の組合せとして，次の(1)～(4)のうち，適当なものはどれか。

- (A) 床版下面のひび割れ発生状況より，舗装を撤去して調査する範囲を決めた。
- (B) 床版コンクリートを貫通するコアを採取して，水平ひび割れの有無を調べた。
- (C) 電磁誘導法を用いて，舗装下の床版の砂利化(土砂化)の範囲を推定した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	不 適	適	適
(2)	適	不 適	適
(3)	適	適	不 適
(4)	適	適	適

【問題 16】

RC 構造物からコアを採取し、JIS A 1107 : 2012(コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法)に従って圧縮強度試験を行った。

コア供試体の直径が図および表 1、コア供試体の平均高さが 90.0 mm、試験時の最大荷重が 195 kN であったとき、表 2 に示す補正係数に基づいて計算した圧縮強度のうち、JIS A 1107 : 2012 に照らして、次の(1)~(4)のうち、最も近いものはどれか。なお、円周率は 3.14 とする。

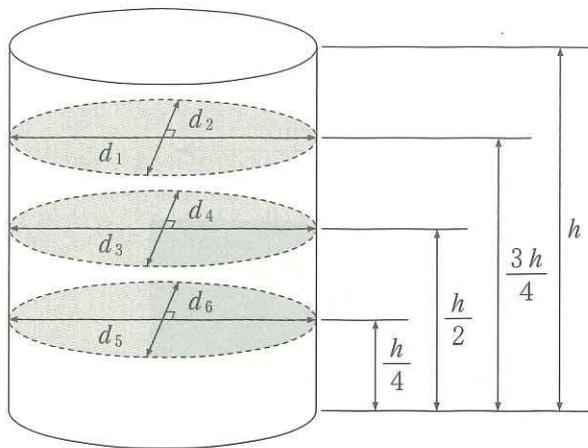


表 1 直径の測定値

測定箇所	測定値 (mm)
$d_1$	75.0
$d_2$	74.0
$d_3$	77.8
$d_4$	78.2
$d_5$	75.5
$d_6$	75.5

図 コア供試体の概要

表 2 JIS A 1107 : 2012 による補正係数

高さ と 直径 と の 比 $h/d$	補正係数 $k$
2.00	1.00
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87
$h/d$ がこの表に表す値の間にある場合は、補正係数 $k$ を補間して求める。	

- (1) 39.3 N/mm<sup>2</sup>
- (2) 47.1 N/mm<sup>2</sup>
- (3) 37.0 N/mm<sup>2</sup>
- (4) 45.0 N/mm<sup>2</sup>

【問題 17】

コンクリート中の鉄筋の位置を推定するため、非破壊試験装置を用い、下図のような画像を取得した。この試験方法に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 測定物の密度に応じて電磁波の減衰率が異なることを利用して、鉄筋位置を推定している。
- (2) 測定面の粗さに応じて、補正係数を用いた推定値の補正が必要となる。
- (3) 推定の精度を高めるためには、鉄筋の比誘電率を用いた補正が必要となる。
- (4) 電磁波の周波数を小さくすることで、より深い位置にある鉄筋を探查できる。

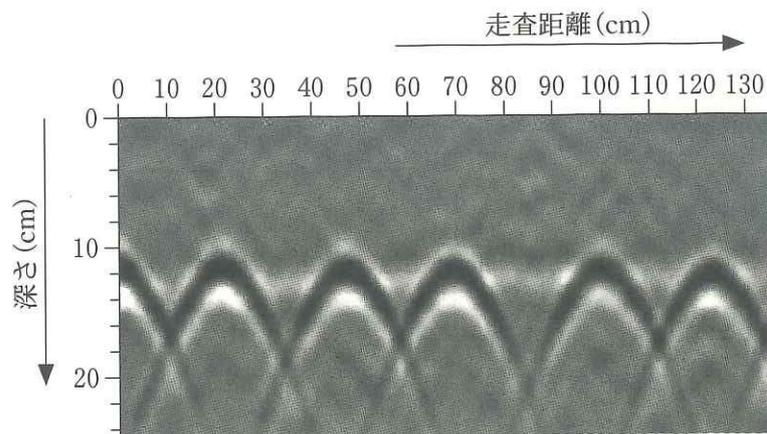


図 非破壊試験装置により得られた画像

【問題 18】

飛来塩分による塩害が疑われるコンクリート構造物について、コアを採取しコンクリート中に含まれる塩化物イオン量を測定することとした。JIS A 1154：2020(硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法)に照らして、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

コンクリートに含まれる塩化物イオンの全量(全塩化物イオン量)を求める方法として、(A)によって塩化物イオンを抽出する方法が示されている。また、鋼材腐食に關与する可溶性塩化物イオン量を求める方法として、(B)で抽出する方法が附属書Bに示されている。

分析試料の調整では、いずれの塩化物イオン量の分析でもJIS Z 8801-1：2019(試験用ふるい—第1部：金属製網ふるい)の試験用ふるいの公称目開き150 μmを全通するように粉砕する。ただし、(C)の分析用の試料を乾燥する場合、自然界より高温となる人為的な乾燥では塩類の状態が変化するおそれがあるので、乾燥温度に留意する必要がある。

	(A)	(B)	(C)
(1)	塩酸	50℃の温水	全塩化物イオン量
(2)	塩酸	20℃の水	可溶性塩化物イオン量
(3)	硝酸	50℃の温水	可溶性塩化物イオン量
(4)	硝酸	20℃の水	全塩化物イオン量

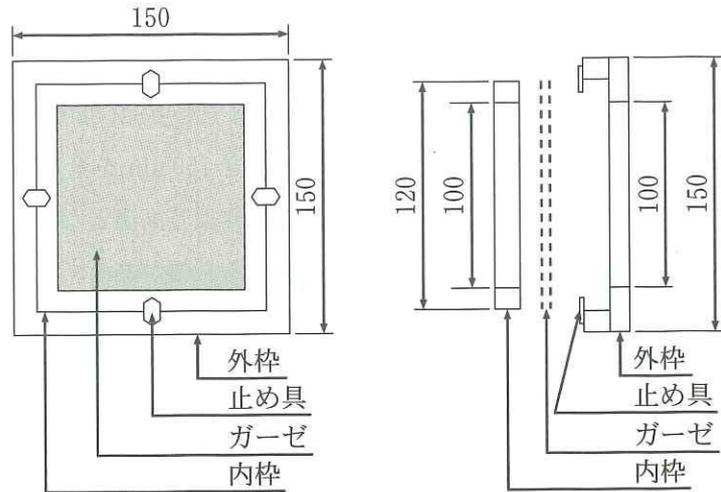
【問題 19】

アルカリシリカ反応が疑われるコンクリート構造物について、JCI-S-011-2017(コンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法)に従ってコア試料を採取して、解放膨張率および促進膨張率を測定した。このとき実施した操作に関する次の(1)～(4)の記述のうち、JCI-S-011-2017の規定に照らして、不適当なものはどれか。

- (1) コア試料を採取した直後に基長を測定できなかったため、コア試料が乾燥しないようにラップフィルム及びプラスチック製袋で密封した。
- (2) 基長の測定が終了したコア試料は、解放膨張率を測定するため、密閉容器に入れ、温度  $20 \pm 2$  °C、相対湿度 95 % 以上で貯蔵した。
- (3) 解放膨張率の測定が終了したコア試料は、促進膨張率を測定するため、密閉容器に入れ、温度  $40 \pm 2$  °C、相対湿度 95 % 以上で貯蔵した。
- (4) 促進膨張率の算定に用いるコア試料の長さ測定は、コア試料を促進養生の環境から取り出した直後に行った。

【問題 20】

沿岸部に立地するコンクリート構造物への飛来塩分の供給環境を調査するために、図に示すドライガーゼプレートを用いて飛来塩分量を計測することとした。JIS Z 2382 : 1998(大気環境の腐食性を評価するための環境汚染因子の測定)の箇条 7.(ドライガーゼ法による塩化物の測定)に照らして、記述(A)～(C)の適・不適の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



(単位 : mm)

図 ドライガーゼプレートの外観

- (A) ガーゼからの塩化物の浸出に水道水を用いた。
- (B) ドライガーゼプレートの設置は風通しがよく、直射日光および雨雪を避けられる位置とした。
- (C) ガーゼの回収間隔は1か月とした。

	(A)	(B)	(C)
(1)	不適	適	適
(2)	適	不適	適
(3)	適	適	不適
(4)	不適	不適	不適

【問題 21】

打込みから7日後に型枠を脱型したところ、RC造地下外壁の壁面および柱に下図の破線の位置に変状が確認された。さらに時間の経過とともに、この変状部から漏水およびエフロレッセンスの発生が確認された。これらの原因に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

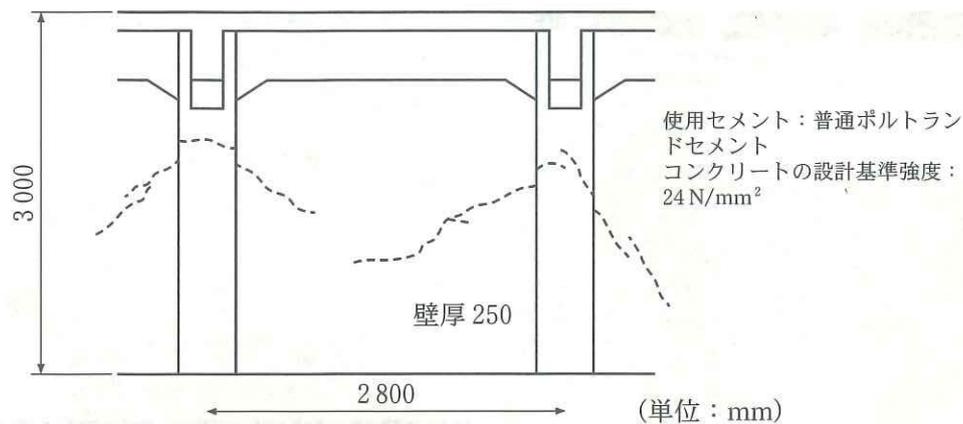


図 RC造地下外壁の壁面および柱に生じた変状

打ち込まれたコンクリートは富配合ではなく、部材厚も薄く、変状の確認時期から(A)と(B)の可能性は除外できる。したがって、所定の打重ね時間間隔を超過したために生じたコールドジョイントが(C)の影響を受け、時間の経過とともに漏水やエフロレッセンスの発生が顕著になったものと考えられる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	セメントの水和熱	自己収縮	乾燥収縮
(2)	コンクリートの沈降	乾燥収縮	セメントの水和熱
(3)	セメントの水和熱	乾燥収縮	自己収縮
(4)	コンクリートの沈降	自己収縮	セメントの水和熱

【問題 22】

RC造建築物の外壁において、写真1および写真2に示すように、ひび割れ誘発目地(以下、誘発目地)から外れた位置に、矢印に示すような乾燥収縮によるひび割れが見られた。これらのひび割れの発生原因と、ひび割れを誘発目地に誘導するための設計上有効な措置に関する、次の記述中の(A)～(D)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。



全壁厚 160 mm (目地深さ 10 mm, 目地幅 15 mm)

写真1 腰壁のひび割れ



全壁厚 150 mm (目地深さ 40 mm, 目地幅 30 mm)

写真2 無開口の妻面中央付近のひび割れ

写真1のひび割れは、誘発目地の( A )のために生じたものである。ひび割れを誘発目地に誘導するためには、誘発目地の( B )する必要がある。写真2のひび割れは、誘発目地の( C )のために生じたものである。ひび割れを誘発目地に誘導するためには誘発目地の( D )する必要がある。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	間隔が大きい	間隔を小さく	欠損率が小さい	幅を大きく
(2)	欠損率が小さい	深さを大きく	間隔が大きい	間隔を小さく
(3)	間隔が大きい	間隔を小さく	欠損率が小さい	深さを大きく
(4)	欠損率が小さい	幅を大きく	間隔が大きい	間隔を小さく

【問題 23】

RC造建築物の床のコンクリートを打ち込んだ翌日に、写真に示す白色の析出物が発生した。発生時期から判断した析出物の主成分に関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

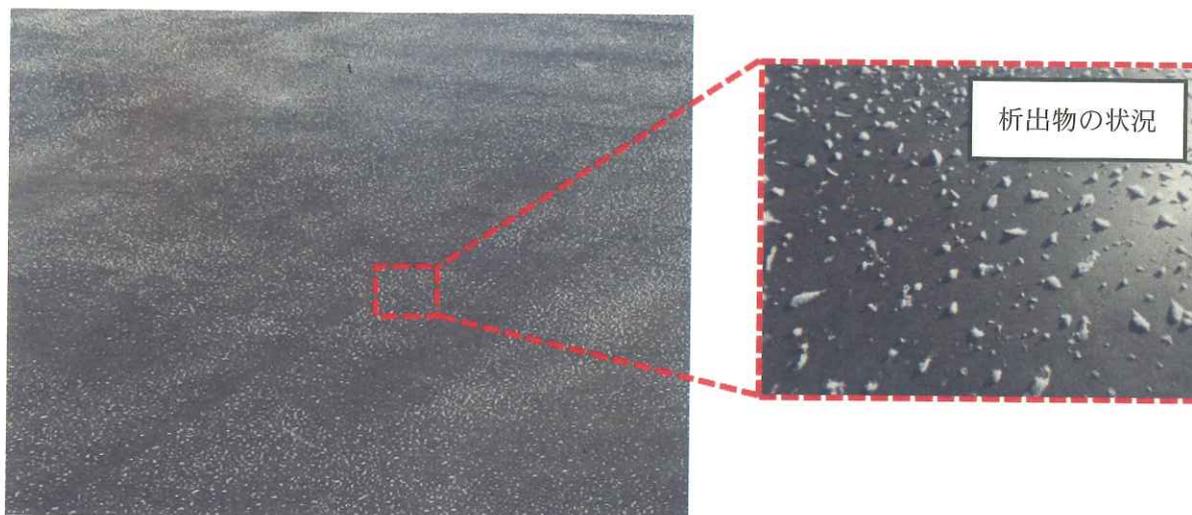


写真 床上の白色析出物

写真の析出物は冬期に見られたことから、低温ほど水への溶解度が( A )なる性質を持つコンクリート中の( B )が、フリーディング水等とともに表層に上昇し、表面で空気中の二酸化炭素を取り込み、主に( C )として生成したものと判断した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	高 く	水酸化カルシウム	炭酸カルシウム
(2)	高 く	エトリンガイト	硫酸塩
(3)	低 く	水酸化カルシウム	炭酸カルシウム
(4)	低 く	エトリンガイト	硫酸塩

【問題 24】

図に示す，建設後 40 年が経過したポストテンション方式の PC 単純桁において，PC 鋼材に沿った軸方向のひび割れとともに，支間中央部で過大な上反り(むくり)の変形が確認された。上反りが生じた原因に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち，適当なものはどれか。

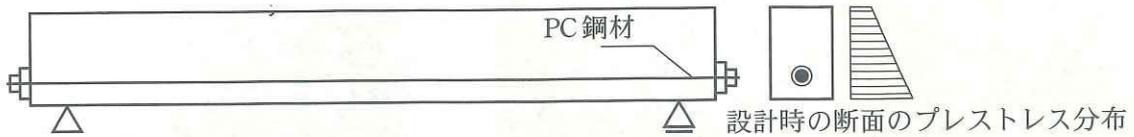


図 PC 単純桁の概念図

ひび割れの状況から，( A )による変状が発生していると推定される。このとき，桁の断面下部では，プレストレスによる拘束で，コンクリートの部材軸方向の( B )側へのひずみが大きくなり，これに対し，桁の断面上部では，コンクリートの( C )側へのひずみが大きくなったと考えられる。以上のことから，支間中央部で上反り(むくり)の変形が生じたと考えられる。

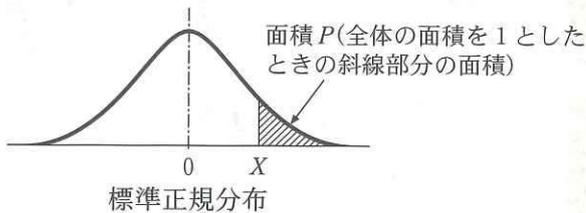
	(A)	(B)	(C)
(1)	コンクリートに ASR	収縮(圧縮)	膨張(引張)
(2)	コンクリートに ASR	膨張(引張)	収縮(圧縮)
(3)	PC 鋼材のリラクセーション	収縮(圧縮)	膨張(引張)
(4)	PC 鋼材のリラクセーション	膨張(引張)	収縮(圧縮)

【問題 25】

建設後 25 年が経過したコンクリート打放し仕上げの壁を調査したところ、かぶり(厚さ)の平均値は 40 mm(標準偏差 8 mm)、中性化深さの平均値は 20 mm であった。建設後 36 年が経過した時点における、中性化深さの平均値がかぶり(厚さ)を超える確率として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。

なお、かぶり(厚さ)の分布は正規分布とし、計算に当たっては、以下の標準正規分布表を用いてよい。ただし、中性化の進行は $\sqrt{t}$  則に従うものとし、中性化速度係数のばらつきは考慮せず、環境条件は変化しないものとする。

- (1) 11.5 %
- (2) 5.5 %
- (3) 2.3 %
- (4) 0.8 %



標準正規分布表

正規偏差 $X$	面積 $P$
1.2	0.115
1.6	0.055
2.0	0.023
2.4	0.008

【問題 26】

写真(A)～(D)に示す変状について、凍害が原因であると判断した次の(1)～(4)の適・不適の組合せのうち、適当なものはどれか。



(A) トンネルの覆工コンクリート面



(B) 橋台の前面



(C) 建築物の柱



(D) 擁壁の壁面

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	適	不適	適	不適
(2)	不適	適	不適	不適
(3)	不適	適	適	不適
(4)	不適	不適	不適	適

【問題 27】

RC造の煙突(高さ 50 m, 頂部の直径 1.5 m)を調査したところ, 写真に示すように, 筒体頂部付近の内側では骨材が露出し, セメントペーストが白色に変色していた。この変状の主たる原因として, 次の(1)~(4)のうち最も適当なものはどれか。

なお, この煙突は重油の燃焼による排ガスを常時排出しており, 筒体頂部の温度は最高 100 °C 程度である。



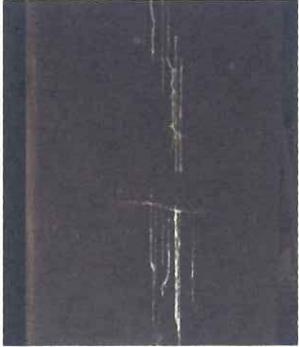
写真 RC造の煙突の筒体頂部付近内側の変状

- (1) 排ガス中の二酸化硫黄に起因する化学的侵食
- (2) 排ガス中の二酸化炭素に起因する炭酸化
- (3) 凍結融解作用
- (4) アルカリシリカ反応

【問題 28】

火災が発生した倉庫の打放し RC 造柱を調査したところ、火害を受けた柱の表面が火害のない柱の表面に比べて下表の(A)～(C)に示すような状況であった。これらの柱の受熱温度として推定される次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

表 柱の変色の状況

	(A)	(B)	(C)
柱表面の状況	 <p>白く変色</p>	 <p>煤(すす)が全面に付着して黒色に変色</p>	 <p>薄いピンク色に変色</p>

	(A)	(B)	(C)
(1)	300～600℃	300℃以下	600～950℃
(2)	300℃以下	600～950℃	300～600℃
(3)	600～950℃	300℃以下	300～600℃
(4)	600～950℃	300～600℃	300℃以下

【問題 29】

気象条件が異なる地域ⅠおよびⅡにおいて、RC造建築物の北面と南面の凍害調査を行った。各地域で凍害が認められた建築物周辺の11月から3月における日最高気温と日最低気温の平年値はそれぞれ図のようであった。これらの地域における凍害の特徴に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。なお、凍結融解作用によらず積雪の影響は無視するものとする。

下図において、地域Ⅰの斜線部の時期では、凍結後の融解作用が主に(A)によって繰り返される。一方、地域Ⅱの斜線部の時期では、凍結後の融解作用が主に(B)によって繰り返されるため、地域Ⅰの斜線部の時期では、北面と南面の凍結融解作用の差異が地域Ⅱの斜線部の時期よりも(C)ことが多い。

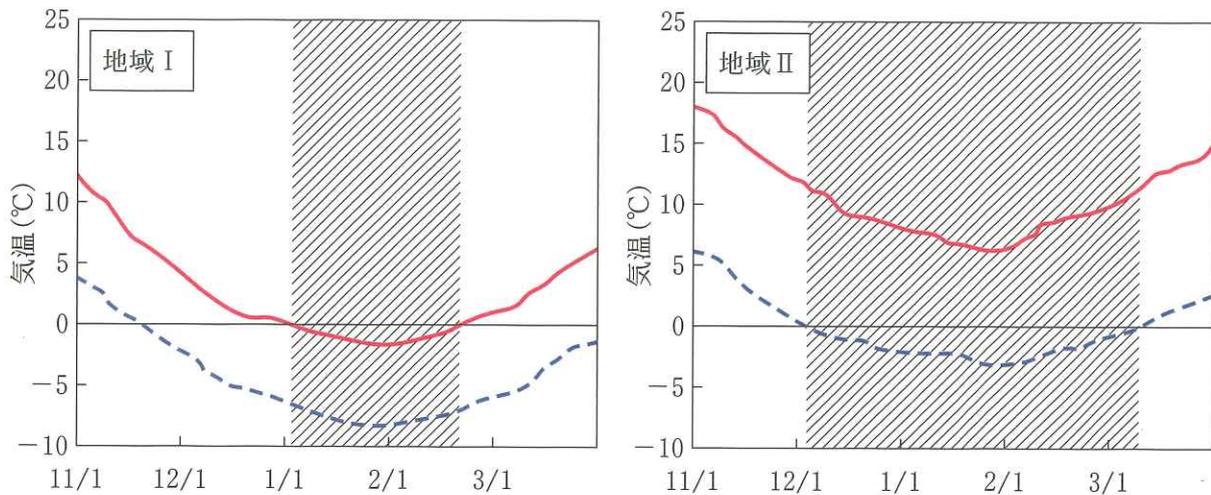
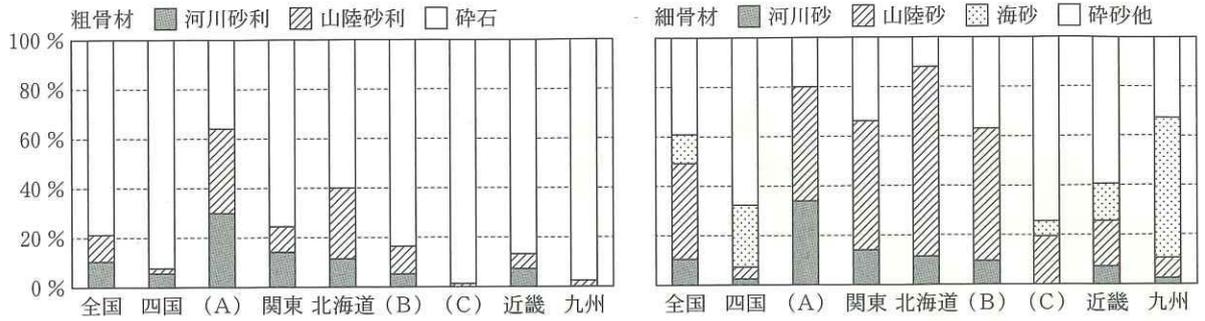


図 各地の冬期の日最高気温および日最低気温の平年値  
(実線：日最高気温，破線：日最低気温)

	(A)	(B)	(C)
(1)	外気温の変化	日射	小さい
(2)	日射	外気温の変化	大きい
(3)	外気温の変化	日射	大きい
(4)	日射	外気温の変化	小さい

【問題 30】

構造物に発生する乾燥収縮ひび割れは骨材種類が要因の一つとされている。下図は日本の各地域のレディーミクストコンクリートに使用された骨材種類の使用比率を、全国平均と比較したものである。図中の(A)～(C)に当てはまる次の(1)～(4)の日本の地域の組合せのうち、適当なものはどれか。



※経済産業省(平成 29 年 生コンクリート統計年報)

図 骨材種類の使用比率

	(A)	(B)	(C)
(1)	東 北	中 部	中 国
(2)	中 部	東 北	中 国
(3)	中 国	東 北	中 部
(4)	中 部	中 国	東 北

【問題 31】

道路橋の建設工事で図のような RC 製壁高欄の型枠を取り外したところ、写真に示すような表面気泡が多数発生していた。このような表面気泡の発生を抑制する対策に関する、記述(A)～(D)の適・不適の組合せとして、次の(1)～(4)のうち適当なものはどれか。

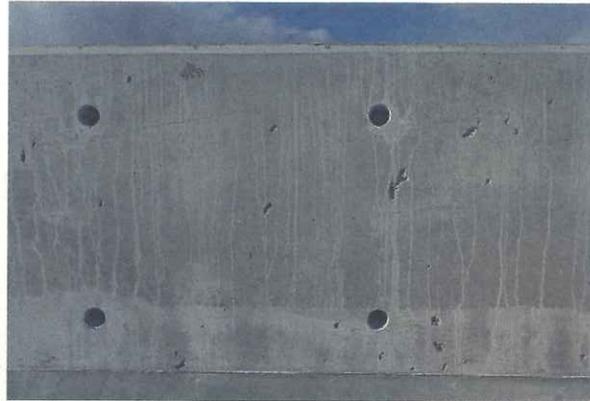
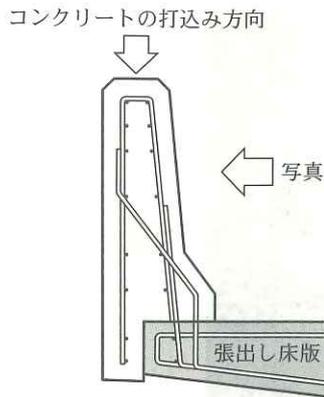


図 RC 製壁高欄の概要図

写真 壁高欄表面の変状

- (A) 透水型枠に変更する。
- (B) 打上がり速度を大きくする。
- (C) 増粘剤を追加したコンクリート配合に変更する。
- (D) かぶり部分のコンクリートを細径パイプレータで締め固める作業を追加する。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	不 適	適	不 適	適
(2)	適	不 適	適	不 適
(3)	適	不 適	不 適	適
(4)	不 適	適	適	不 適

【問題 32】

RC 造建築物の外壁に生じた乾燥収縮ひび割れの補修工法に関する、次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。なお、ひび割れの挙動は温度変化によるものとする。

- (1) 挙動が大きい幅 0.2 mm のひび割れを、可とう性エポキシ樹脂によって補修した。
- (2) 挙動が大きい幅 1.0 mm のひび割れを、ポリマーセメントによって補修した。
- (3) 挙動が小さい幅 0.5 mm のひび割れを、硬質形エポキシ樹脂によって補修した。
- (4) 挙動が小さい幅 1.2 mm のひび割れを、可とう性エポキシ樹脂によって補修した。

【問題 33】

沿岸にある RC 道路橋に、写真に示すように、鉄筋腐食に伴う剥落および剥離が生じたため、断面修復工法により補修を行うこととした。この橋梁に対する断面修復の施工に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。



写真 RC 道路橋に生じた剥落および剥離

断面修復後のマクロセル腐食の発生を抑制するために、( A )。性能回復のため断面減少分の鉄筋を追加配筋し、すべての鉄筋に防錆剤を塗布した。既設コンクリートとの接着を良好にするため、はつり面を( B )状態にさせたあと、( C )モルタルで断面修復した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度を超える範囲をウォータージェットではつり取った	乾 燥	エポキシ樹脂
(2)	剥離範囲をピックハンマでたたき落としたあと、剥落範囲を含めてスチールショットブラストで研掃した	乾 燥	エポキシ樹脂
(3)	塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度を超える範囲をウォータージェットではつり取った	湿 潤	無収縮性のセメント
(4)	剥離範囲をピックハンマでたたき落としたあと、剥落範囲を含めてスチールショットブラストで研掃した	湿 潤	無収縮性のセメント

【問題 34】

温暖な地域の道路橋の図に示す架違い橋脚において、水掛かり部の周辺に写真のようなアルカリシリカ反応と判定された多数のひび割れが確認された。伸縮装置を交換したうえで、この構造物の劣化の進行を抑制するために行う対策工法(A)～(C)の適・不適の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

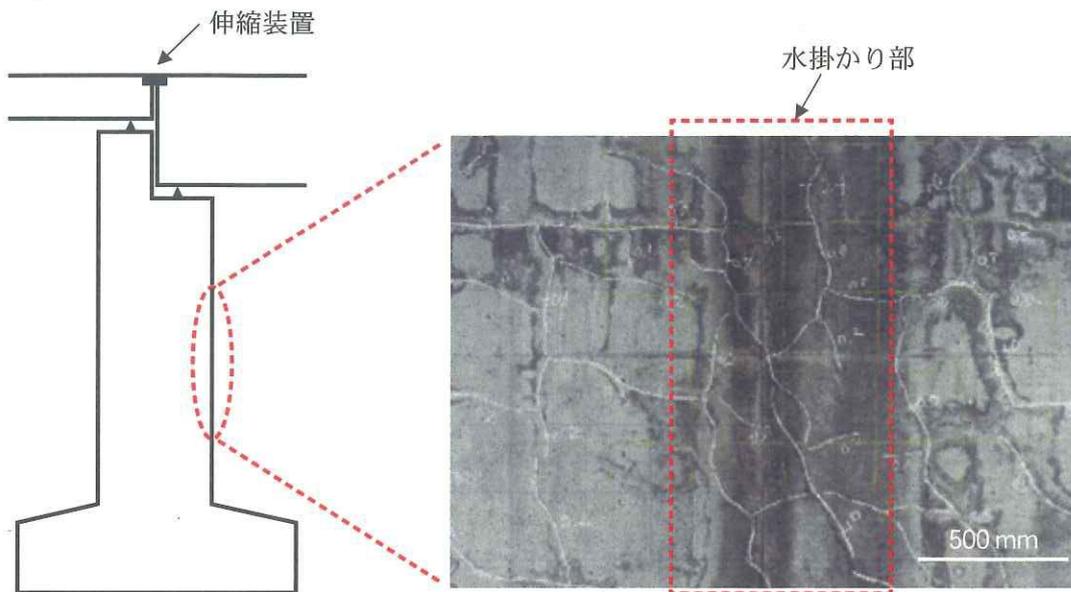


図 架違い橋脚の側面

写真 橋脚に生じたひび割れ  
(白い線はひび割れをチョークでトレースしたもの)

- (A) ひび割れ注入工法
- (B) シラン系表面含浸工法
- (C) 電気防食工法

	(A)	(B)	(C)
(1)	適	適	適
(2)	不適	適	適
(3)	適	不適	適
(4)	適	適	不適

【問題 35】

鉄道橋のRC桁において、線形累積損傷則(マイナー則)により疲労照査を行ったところ、引張鉄筋の累積疲労度  $M$  が 0.60 に達していた。このため、鋼板接着を行ったところ、鉄筋の発生応力度は補強前の  $6/7$  となった。マイナー則に基づいて鉄筋の疲労限界が延長される期間として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。

ただし、対策前の鉄筋には  $126 \text{ N/mm}^2$  の最大引張応力度に等価な応力が毎年 5 000 回作用していた。また、鉄筋の最大応力比  $S_{\max}$  と等価繰返し回数  $N$  の関係は下図で表されるものとし、鉄筋の引張強度は  $300 \text{ N/mm}^2$ 、最大応力比  $S_{\max}$  は次式によるものとする。

$$\text{最大応力比 } S_{\max} (\%) = (\text{鉄筋の最大引張応力度}) / (\text{鉄筋の引張強度}) \times 100$$

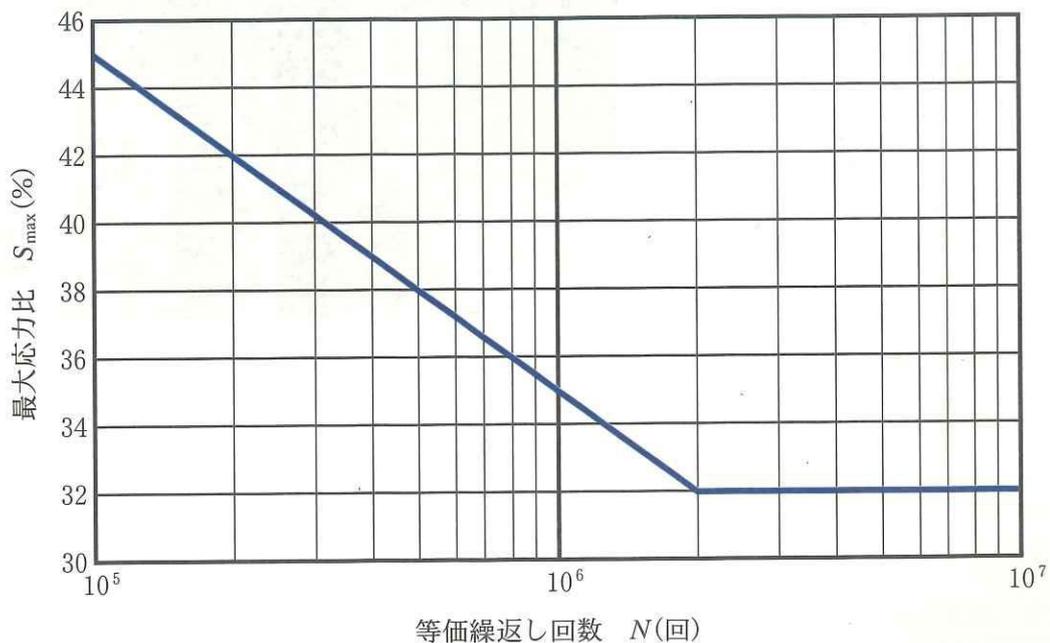


図 S-N 線図

- (1) 16 年
- (2) 32 年
- (3) 48 年
- (4) 64 年

【問題 36】

建設中のポストテンション方式 PC 連続箱桁のウェブに写真に示すような豆板が発生し，調査の結果，図のような豆板の発生範囲(不良部分)を確認した。不良部分の補修方法とプレストレスの導入時期の組合せとして，次の(1)～(4)のうち，最も適当なものはどれか。



写真 豆板の発生状況

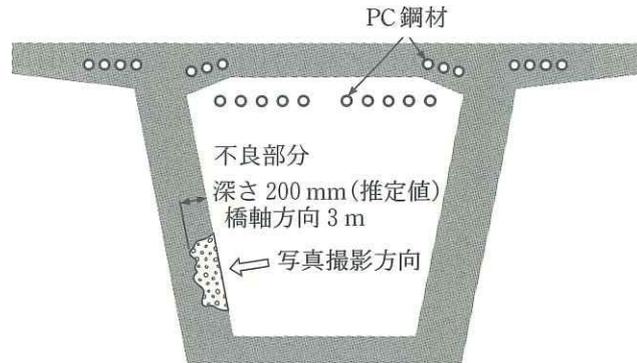


図 豆板の発生位置の断面図

	不良部分の補修方法	プレストレスの導入時期
(1)	不良部分をはつり取り，コンクリートを打ち込む	不良部分の補修前
(2)	不良部分をはつり取り，ポリマーセメントモルタルを充填する	不良部分の補修前
(3)	不良部分をはつり取り，コンクリートを打ち込む	不良部分の補修後
(4)	不良部分をはつり取り，ポリマーセメントモルタルを充填する	不良部分の補修後

【問題 37】

塩害が想定される RC 道路橋において、予防保全対策として表面被覆工法を実施することにした。表面被覆工法に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、最も適当なものはどれか。

表面被覆工法の施工にあたって、表面被覆材の付着に有害な汚れ等の物質を下地処理により除去し、コンクリート表面の強化や( A )の抑制を目的にプライマーを塗布した。エポキシ樹脂パテを用いて不陸や表面気泡等を平滑にした後、( B )を向上させる目的でエポキシ樹脂系塗料を塗布した。最後に紫外線に対する耐候性を向上させる目的で( C )を塗布した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	プリスタリングによる膨れ	遮塩性	ふっ素系樹脂塗料
(2)	プリスタリングによる膨れ	酸素透過性	ポリアミド系樹脂塗料
(3)	マクロセル腐食	酸素透過性	ふっ素系樹脂塗料
(4)	マクロセル腐食	遮塩性	ポリアミド系樹脂塗料

【問題 38】

写真(A)および(B)に示す道路橋の変状に対して原因を特定し、以下の対策の主目的を設定した。それぞれの変状に対する、次の(1)～(4)の対策の組合せのうち、最も適当なものはどれか。なお、いずれの対策においても、ひび割れ補修、水の供給の抑制を実施する。

	
<p>(A) RC 橋脚の張出部          変状の原因：水掛かり部での凍結融解          対策の主目的：コンクリートの剥落防止※          ※ この対策に先立ち、適切に断面修復されるものとする</p>	<p>(B) 鋼橋 RC 床版の下面          変状の原因：大型車両による繰返し載荷          対策の主目的：疲労に対する抵抗性の向上</p>

	(A)	(B)
(1)	亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントを用いた表面被覆工法	炭素繊維を用いた連続繊維シート接着工法
(2)	ポリウレア樹脂を用いた表面被覆工法	炭素繊維を用いた連続繊維シート接着工法
(3)	ポリウレア樹脂を用いた表面被覆工法	ガラス繊維を用いた連続繊維シート接着工法
(4)	亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントを用いた表面被覆工法	ガラス繊維を用いた連続繊維シート接着工法

【問題 39】

図1の高速道路のシールドトンネルで、火災時のトンネルの覆工コンクリート剥落抑制と復旧工事の短縮のため、セグメントへの対策を建設時(製作時)に実施することとした。図2に示す加熱曲線を想定した場合の対策として、次の(1)~(4)のうち、最も不適当なものはどれか。

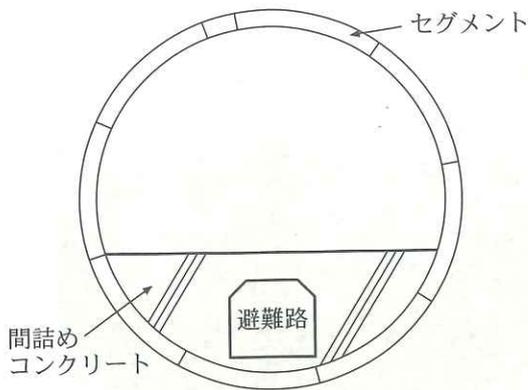


図1 シールドトンネル断面の概念図

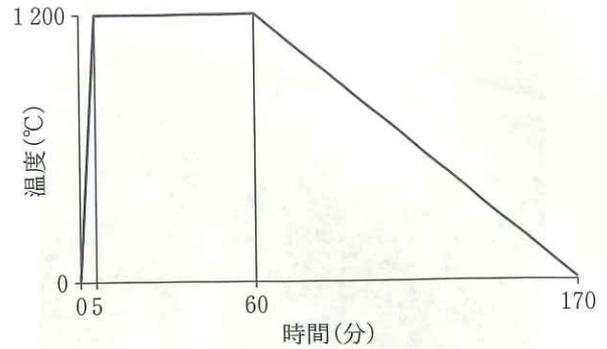


図2 RABT※加熱曲線

※ドイツ交通省、道路トンネルの設備と運用に関する指針

<p>(1) セグメントをフルサンドイッチの鋼殻構造とした</p>	<p>(2) セグメントの高強度コンクリートにポリプロピレン短繊維を混入した</p>
<p>(3) セグメントにパーミキュライトセメントモルタルを吹き付けて被覆した</p>	<p>(4) セグメントをけい酸カルシウムボードで被覆した</p>

【問題 40】

塩害環境にある供用後 30 年を経過した PCT 桁橋において、シナリオ A (断面修復, 表面被覆および外ケーブル補強) と、シナリオ B (T 桁の架替え) の 2 つの対策のライフサイクルコスト (LCC) を検討することとした。図に、表 1 のシナリオ B に基づいて算出した LCC を示す。

シナリオ A がシナリオ B の LCC を上回る時点として、次の (1) ~ (4) のうち、最も近いものはどれか。

なお、法定点検および補修・補強に伴う撤去のための費用は考慮しないものとし、 $n$  年後に要する費用を現在価値に置き換えた値  $V$  は式 1 で表され、社会的割引率  $r$  は 2.0 % とする。現在価値への換算は表 2 の値を用いるものとする。

$$V = \frac{n \text{ 年後の費用}}{(1+r)^n} \quad \dots\dots\dots \text{式 1}$$

表 1 LCC の算出に用いる費用

項目	シナリオ A	シナリオ B
断面修復, 表面被覆および外ケーブル補強の費用 (0 年, 45 年, 90 年に実施)	160 百万円	/
表面被覆の費用 (15 年, 30 年, 60 年, 75 年に実施)	50 百万円	
架替え費用 (耐用期間 100 年)	/	300 百万円

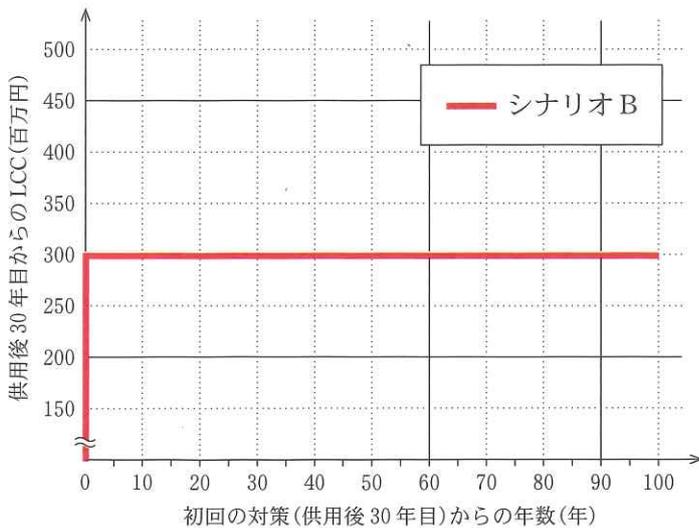


表 2 現在価値への換算

現在からの経過年 ( $n$ )	$(1 + 0.02)^n$ の値
15	1.346
30	1.811
45	2.438
60	3.281
75	4.416
90	5.943

図 表 1 のシナリオ B に基づいて算出した LCC

- (1) 45 年後
- (2) 60 年後
- (3) 75 年後
- (4) 90 年後

## [記述式問題]

記述式問題は、**問題Ⅰ** および **問題Ⅱ** の2つがあります。いずれか1題を選択して答えなさい。

解答用紙の該当欄に、選択した問題の番号を記入してください。

該当欄に記入された番号に従って採点されます。選択した問題の番号が記入されていなかった場合は、採点の対象となりません。

## 問題 I

内陸部の食品工業団地に立地する、供用開始から 40 年を経過した RC 造の汚水処理施設内部の状況を写真 1～写真 3 に示す。汚水処理施設の設備と機能を図 1 に、写真 1～写真 3 の撮影場所を図 1 および図 2 に、変状の状況を表 1 に示す。なお、コンクリート部材の概要は表 2 に、流入する汚水の水質分析結果は表 3 に示すとおりである。

以下の問いに合計 1 000 字以内で答えなさい。

### [問 1]

写真 1、写真 2 に示す A 部(水路および水路に隣接する床面)の変状の発生原因を推定し、その推定理由を述べなさい。また、常時水中の部分と水面から上の気中部分で変状の程度に差が生じる原因を説明しなさい。

### [問 2]

写真 3 に示す B 部(曝気槽近傍の柱)の変状の発生原因をその推定理由とともに述べなさい。

### [問 3]

A 部および B 部における変状の発生原因の特定に必要な調査項目を重要なものから 3 つ示し、さらにこの施設を今後 30 年間使用するための補修方法を提案しなさい。



写真 1 A 部(水路)

赤枠内：断面欠損の範囲，黄枠内：骨材露出の範囲，白線：水面位置



写真2 A部(水路に隣接する床面)



写真3 B部(曝気槽近傍の柱)

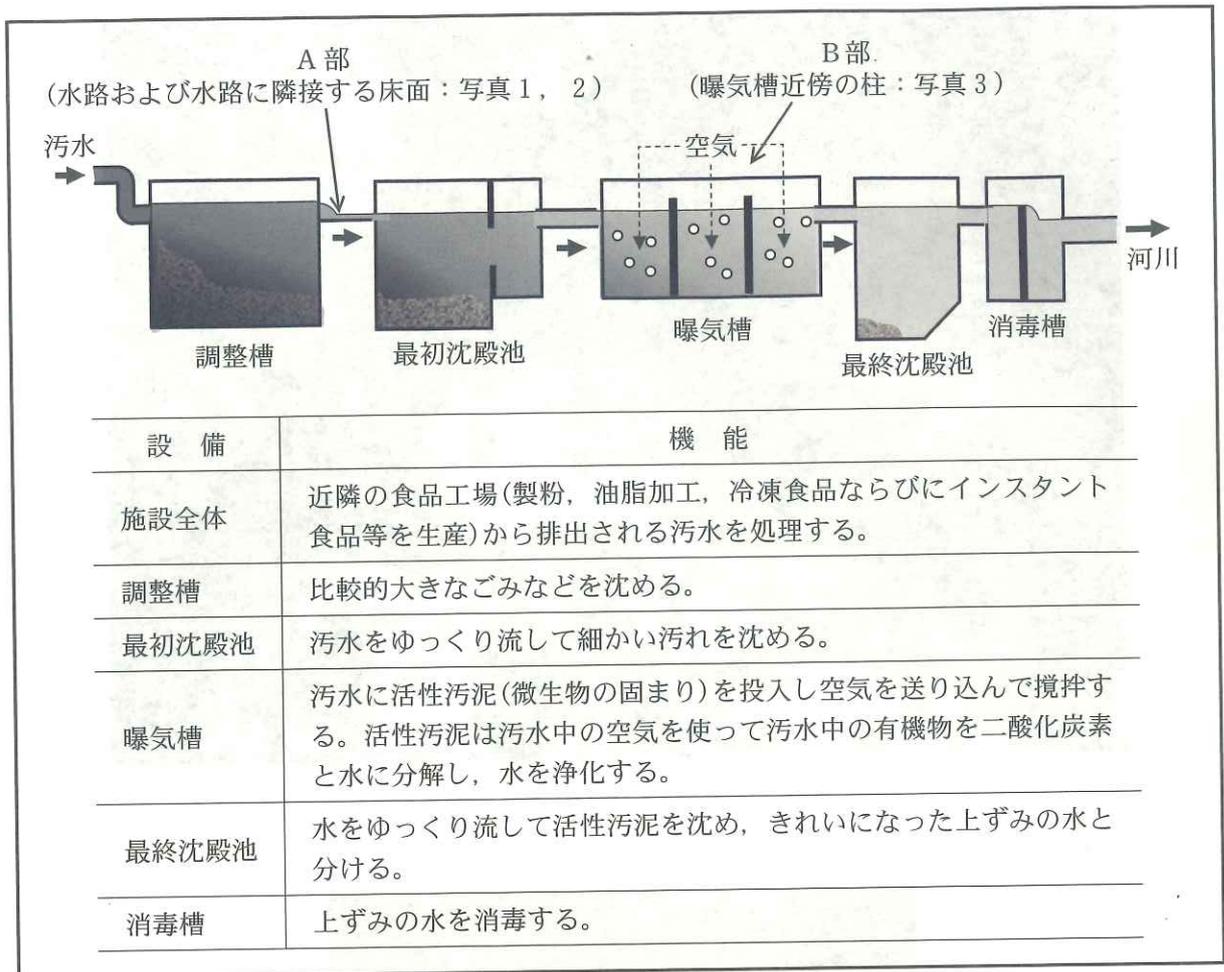


図1 汚水処理施設の設備と機能

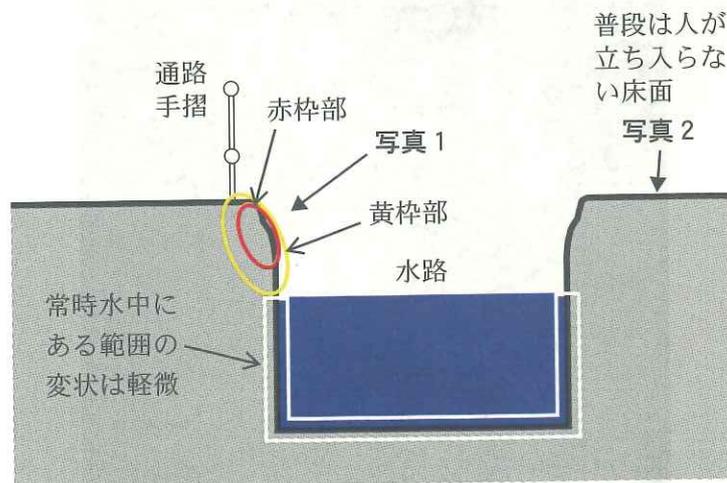


図2 A部(水路および水路に隣接する床面)の周辺の断面の概要

表1 写真の撮影場所と変状の状況

部位	写真番号	撮影場所	状況
A部	写真1	汚水が流れる水路	気中部分で断面欠損、骨材露出、白色の物質(石こう)が付着 常時水中にある範囲の変状は軽微 強い硫黄臭
	写真2	水路に隣接する床面(普段は人が立ち入らない)	骨材露出、白色の物質(石こう)が堆積 強い硫黄臭
B部	写真3	曝気槽近傍の柱	鉄筋(かぶり厚さ:20mm)の発錆と露出 その他のコンクリート面に目立った変状は無い 周囲の平均的なCO <sub>2</sub> 濃度:約700ppm

表2 コンクリート部材の概要

かぶり厚さ	水路・水槽部は平均60mm 水路・水槽部以外は平均30mm
設計基準強度	21 N/mm <sup>2</sup>
水セメント比	62%
単位水量	184 kg/m <sup>3</sup>
セメント種類	普通ポルトランドセメント
細骨材	山砂
粗骨材	砂利・碎石混合

表3 汚水の水質分析結果

	pH	7.4
成分 (mg/L)	Na <sup>+</sup>	250
	K <sup>+</sup>	11.8
	Ca <sup>2+</sup>	9.4
	Mg <sup>2+</sup>	6.8
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	28
	Cl <sup>-</sup>	70
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	186
	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	31
	TOC(全有機性炭素)	80

## 問題Ⅱ

RC 鉄道高架橋において大規模なコンクリートの剥落が生じたため、同年代に建設された図 1 に示す鉄道高架橋を対象に、第三者影響度や安全性に対する検討を行うことになった。対象の鉄道高架橋には、図 2 および図 3 のように壁のない A 区間と柱間に壁が設置された B 区間があり、A 区間の床版には変状が発生しているが(写真 1)、B 区間の壁に囲まれた範囲の床版には変状が発生していない(写真 2)。この鉄道高架橋の概要を表 1、代表的な位置での調査結果を表 2 に示す。

以下の問いに合計 1 000 字以内で答えなさい。

### [問 1]

A 区間の床版の変状原因を推定し、その理由を述べなさい。また、B 区間(壁の内部)の床版には変状が生じていない理由を述べなさい。

### [問 2]

問 1 を踏まえて、A 区間の床版の劣化機構を特定するための調査方法を重要なものから 2 つ、および A 区間の対策範囲を決定するために必要な調査方法を優先度の高いものから 2 つそれぞれ述べなさい。

### [問 3]

A 区間の床版を今後 30 年間供用するために必要な対策のうち、優先的と考えられるものを 2 つ選び、その内容と選定理由を述べなさい。

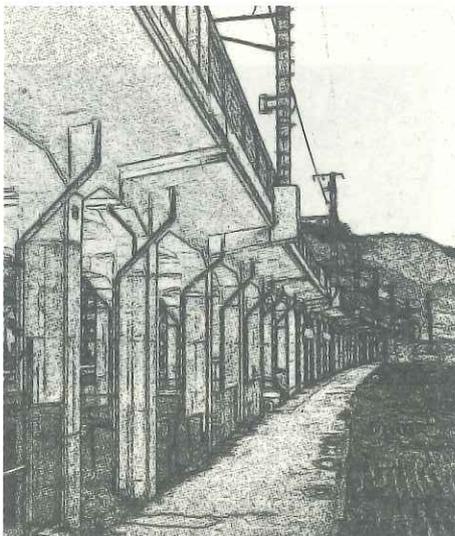


図 1 鉄道高架橋の全景

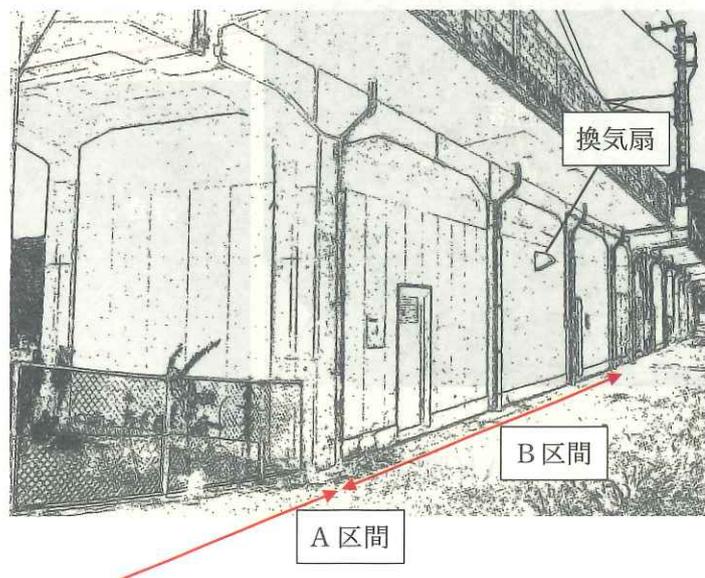


図 2 高架橋における壁の設置状況

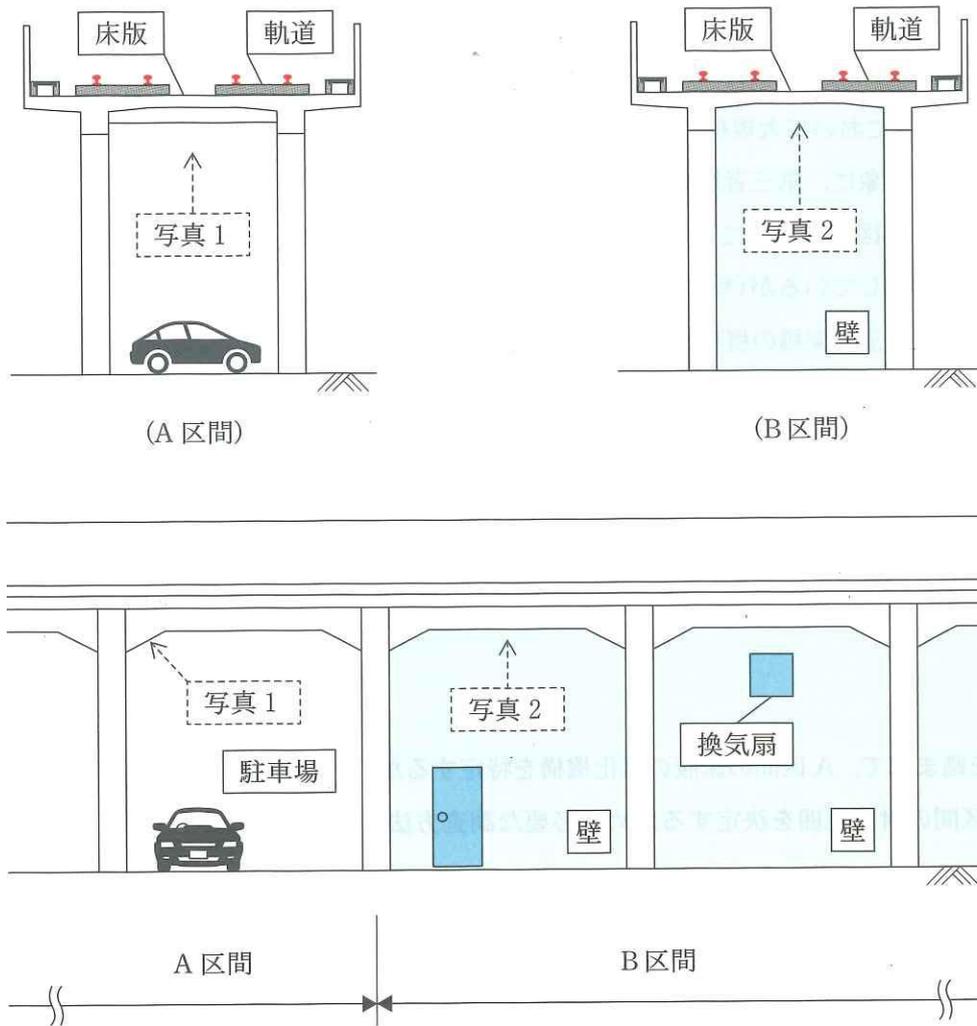


図3 高架橋の概要図(断面図と側面図)



写真1 A区間の床版の変状(剥落および浮き)

写真2 B区間(壁の内部)の床版

表1 鉄道高架橋の概要

項目	内容
構造形式	複線2柱RCラーメン鉄道高架橋
軌道形式	スラブ軌道(防水層なし)
床版厚さ	300 mm
構造物の立地	近畿地方内陸部の田園地域
使用骨材	川砂利, 海砂
骨材のアルカリシリカ反応性	無害
構造物の履歴	1972年 建設しゅん功 2002年 A区間の高架下を駐車場として利用するため, 剥落防止用表面被覆工を施工 2022年 A区間に変状を確認, 第三者影響防止対策検討のための調査(表2)

表2 調査結果

部位	A区間の床版	B区間(壁の内部)の床版
年間平均相対湿度	70 % R.H.(外部環境)	40 % R.H.(室内用途のため乾燥環境)
かぶり	28 mm~32 mm	28 mm~32 mm
中性化深さ	20 mm	30 mm
コンクリート表面から100 mmの位置における全塩化物イオン濃度	1.2 kg/m <sup>3</sup>	1.2 kg/m <sup>3</sup>