

## 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、四択択一式および記述式です。試験問題は、全部で 46 ページです。
3. 四択択一式問題は 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、四択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、氏名および試験地を間違いのないように記入してください。受験番号は、受験番号の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. 四択択一式問題 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所定欄に記入してください。所定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い場合は、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、ただちに落丁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。落丁等があったら取り換えますので、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、スマートウォッチやスマートグラス等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ってから 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ったら、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いて待っていてください。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、試験監督者が指示するまで席を立たないでください。試験終了後は試験問題を持ち帰ってもかまいません。
7. 中途退室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、机に貼ってある受験番号・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。

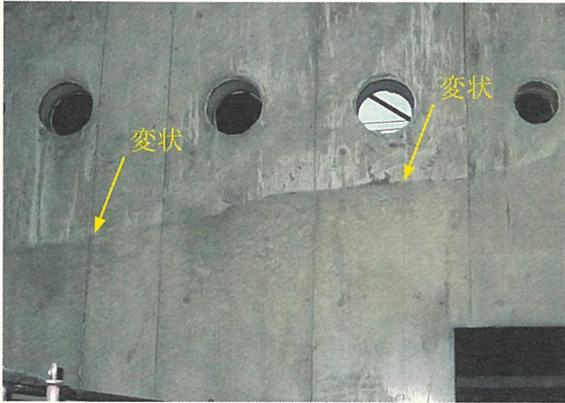
受験番号

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

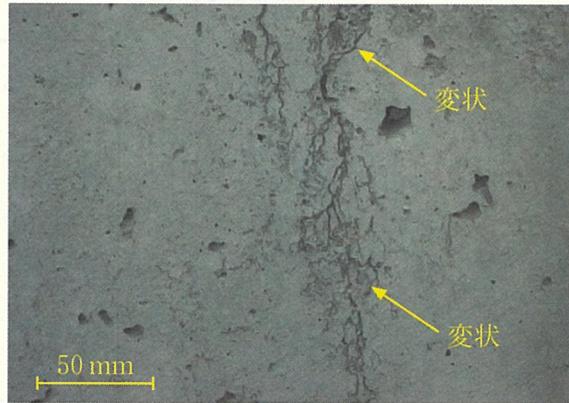
## 〔四肢択一式問題〕

【問題 1】 RC造建築物において、型枠の取外し直後に写真(A)～(C)に示すような変状が認められた。

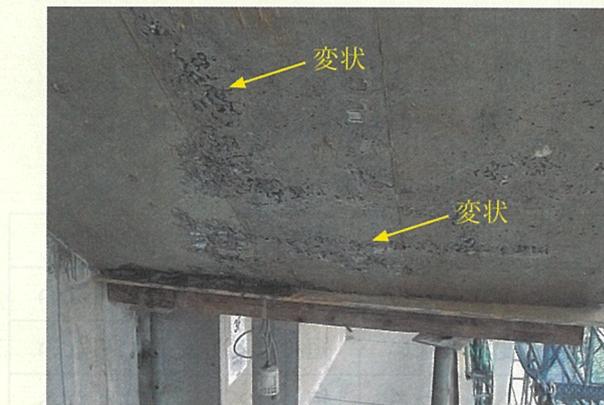
それぞれの変状とその発生要因の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



写真(A) 壁部材



写真(B) 柱部材



写真(C) 階段の上裏

	(A)	(B)	(C)
(1)	許容打重ね時間間隔の超過	プラスチック収縮	過度な締固め
(2)	不均一な剥離剤の塗布	プラスチック収縮	締固め不足
(3)	許容打重ね時間間隔の超過	ブリーディング水の上昇	締固め不足
(4)	不均一な剥離剤の塗布	ブリーディング水の上昇	過度な締固め

【問題 2】

下図の鉄道高架橋の柱部材のコンクリート打継ぎ部において、断面を貫通するひび割れが発生した。ひび割れがない場合と比較した際の、頂部水平力に対する構造物の剛性，固有周期，曲げ耐力の大小または長短の関係の組合せとして，次の(1)～(4)のうち，適当なものはどれか。

なお，本構造物は柱が先行して曲げ破壊するように適切に配筋されているものとする。

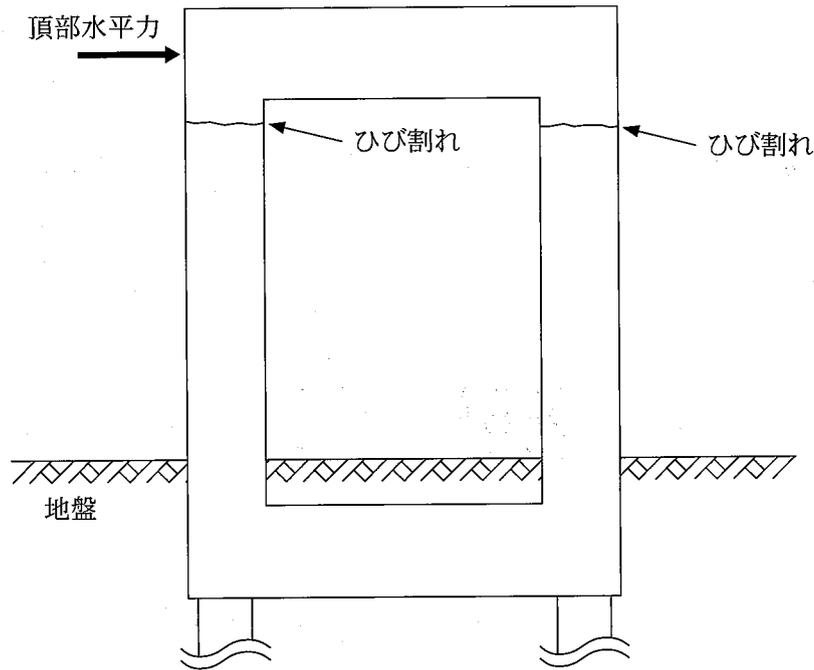


図 鉄道高架橋の橋軸直角方向の断面図

	剛性	固有周期	曲げ耐力
(1)	小さくなる	長くなる	変わらない
(2)	変わらない	短くなる	変わらない
(3)	小さくなる	短くなる	小さくなる
(4)	変わらない	長くなる	小さくなる

【問題 3】

コンクリートの炭酸化および中性化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。

細孔内に浸入した二酸化炭素が細孔溶液中に溶解し、各種セメント水和物と反応するのが炭酸化反応である。コンクリート内部の空隙が水により満たされた場合には、二酸化炭素が( A )のため、炭酸化の進行が( B )。

細孔溶液のpHは、通常12～13のアルカリ性である。このアルカリ性の保持に寄与しているのは水酸化カルシウムである。セメント種類以外の配(調)合が同条件のとき、( C )を用いた場合は、( D )を用いた場合より、一般に水酸化カルシウムの生成量が少なくなるため、中性化しやすい傾向がある。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	昇華しやすくなる	速くなる	普通ポルトランドセメント	高炉セメントB種
(2)	昇華しやすくなる	速くなる	高炉セメントB種	普通ポルトランドセメント
(3)	内部まで浸入しにくくなる	遅くなる	普通ポルトランドセメント	高炉セメントB種
(4)	内部まで浸入しにくくなる	遅くなる	高炉セメントB種	普通ポルトランドセメント

【問題 4】

塩化物イオンによるコンクリート中の鉄筋腐食に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の化学式および語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

鉄筋近傍の塩化物イオン濃度が一定以上になると、鉄筋の不動態皮膜が破壊される。これにより( A )の化学式で表される( B )反応の速度が大きくなる。また、コンクリート中の塩化物イオン濃度が高くなると、コンクリートの電気抵抗が( C )なる傾向があり、腐食速度が大きくなる要因の一つとなる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	$Fe + 2Cl^- \rightarrow FeCl_2 + 2e^-$	アノード	大きく
(2)	$Fe + 2Cl^- \rightarrow FeCl_2 + 2e^-$	カソード	小さく
(3)	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	アノード	小さく
(4)	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	カソード	大きく

【問題 5】

アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も適当なものはどれか。

- (1) アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張量は、コンクリート中に含まれる反応性骨材の量が多いほど大きくなる。
- (2) アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張は、コンクリート中の細孔溶液の水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)濃度が低いほど促進される。
- (3) アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張速度は、コンクリートの中性化が進行すると大きくなる。
- (4) アルカリ金属イオンの一種であるリチウムイオンには、アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張を抑制する効果がある。

【問題 6】

コンクリートの初期凍害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。

コンクリートの初期凍害とは、コンクリートの打込み後から硬化の初期段階に凍結または数回の凍結融解の繰返しを受けることによって、コンクリート内部の( A )、強度低下、ひび割れなどを起こす現象である。初期凍害を防ぐためには、所定の圧縮強度以上となるまで( B )を行う必要がある。初期凍害を受けた場合、所要の品質は、その後適切な養生を( C )。

	(A)	(B)	(C)
(1)	組織が破壊され	給熱養生	行えば得られる
(2)	組織が破壊され	給熱養生	行っても得られない
(3)	成分が溶出し	湿潤養生	行っても得られない
(4)	成分が溶出し	湿潤養生	行えば得られる

【問題 7】

侵食性炭酸によるコンクリートの化学的侵食に関する次の記述中の(A)～(E)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。

水に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が溶解すると炭酸(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)を生成する。この炭酸は、下図に示すように、液相のpHが12程度の高い状態では(A)に解離し、コンクリート中の水酸化カルシウム(Ca(OH)<sub>2</sub>)と反応し(B)を生成する。しかし、pHが徐々に低くなると炭酸の解離状態として(C)の存在比率が高まり(D)が生成する。(D)は(B)より溶解度が(E)ため、コンクリートの溶脱が促進されることとなる。この侵食性炭酸による劣化は、排水処理施設における曝気槽などで生じやすく、表層部のセメント硬化体が洗われ、骨材が露出した状態となる。

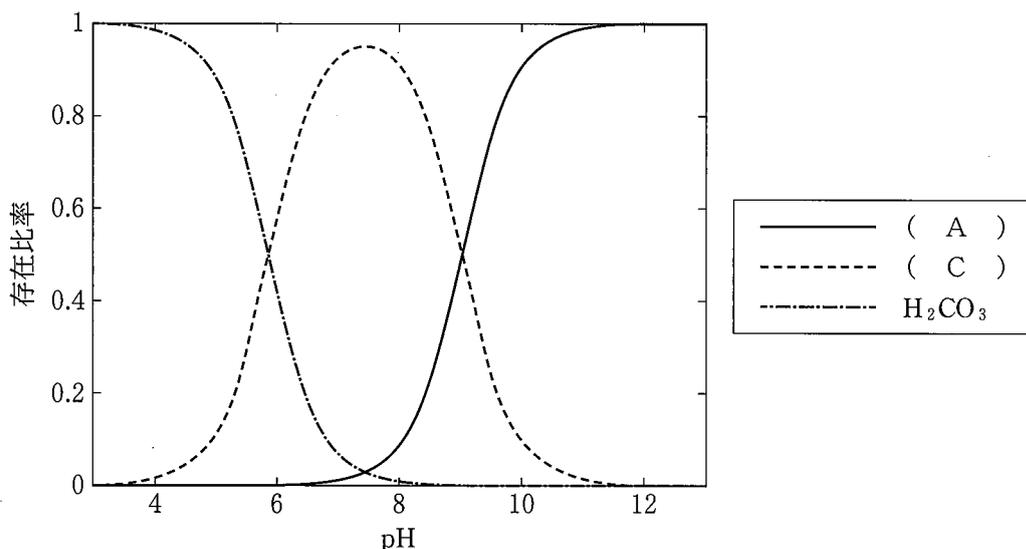


図 溶液のpHと炭酸の解離状態の関係

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
(1)	炭酸イオン (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	炭酸カルシウム (CaCO <sub>3</sub> )	炭酸水素イオン (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	炭酸水素カルシウム (Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	高い
(2)	炭酸イオン (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	炭酸カルシウム (CaCO <sub>3</sub> )	炭酸水素イオン (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	炭酸水素カルシウム (Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	低い
(3)	炭酸水素イオン (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	炭酸水素カルシウム (Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	炭酸イオン (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	炭酸カルシウム (CaCO <sub>3</sub> )	低い
(4)	炭酸水素イオン (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	炭酸水素カルシウム (Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	炭酸イオン (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	炭酸カルシウム (CaCO <sub>3</sub> )	高い

【問題 8】

鋼道路橋 RC 床版の疲労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。

劣化初期において、床版の乾燥収縮が主桁に拘束されると、( A )方向にひび割れが発生する。その後、繰返し荷重を受けるとひび割れ( B )は大きくなる。さらに押抜きせん断耐力の低下が顕著となる段階では、ひび割れ( B )の変化は小さいものの、ひび割れ( C )が徐々に大きくなる。なお、( D )状態にある RC 床版は、上述のような疲労による劣化の進行が非常に速くなる。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	橋軸	幅	密度	滞水
(2)	橋軸	密度	幅	乾燥
(3)	橋軸直角	密度	幅	滞水
(4)	橋軸直角	幅	密度	乾燥

【問題 9】

加熱前(20℃)の圧縮強度が 30 N/mm<sup>2</sup>、ヤング係数が 28 kN/mm<sup>2</sup> のコンクリートを加熱した際の、コンクリートの温度と圧縮強度の残存比の関係を図1に、コンクリートの温度とヤング係数の残存比の関係を図2に示す。それぞれの曲線の概形(A~D)の組合せとして、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。

ここで、コンクリートの温度は加熱時の最高温度、残存比は加熱前(20℃)の値に対する加熱冷却直後(20℃)の値の比とする。

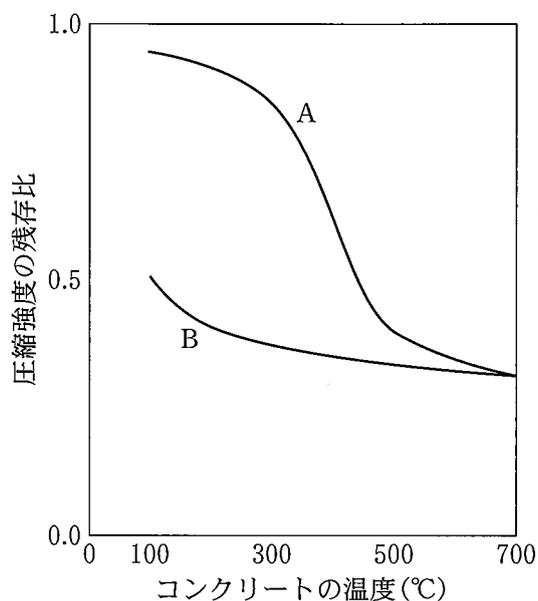


図1 コンクリートの温度と圧縮強度の残存比

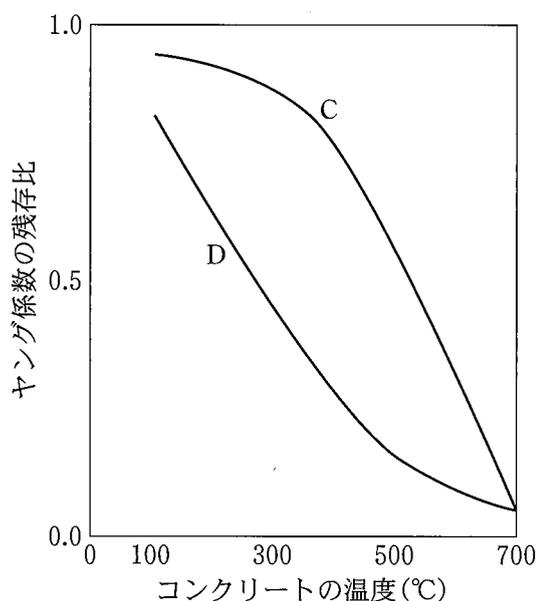


図2 コンクリートの温度とヤング係数の残存比

	圧縮強度の残存比	ヤング係数の残存比
(1)	A	C
(2)	A	D
(3)	B	C
(4)	B	D

【問題 10】

下図は1970年代に積雪寒冷地に建設された鋼2径間連続非合成鉄桁橋である。この橋梁では、図1および図2中のア部で、RC床版上面の顕著な砂利化(土砂化)が見られた。砂利化(土砂化)が生じた原因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。

この橋梁には縦断方向の勾配があり、ア部は凍結防止剤を含む路面水が滞水(A)。この環境条件により、他の箇所よりも(B)による(C)が生じやすく、この部位で砂利化(土砂化)が生じた要因と考えられる。さらに、ア部は(D)が大きくなる位置であったことも影響していると考えられる。

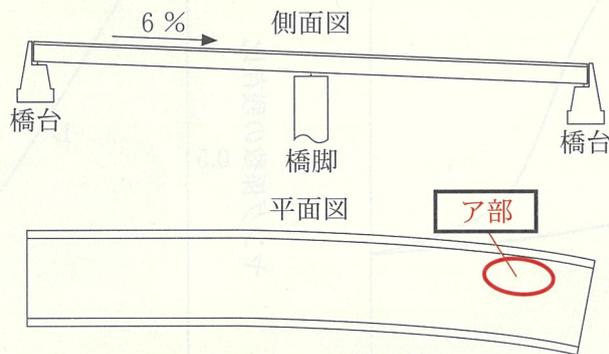


図1 床版の砂利化(土砂化)が生じた橋梁の模式図

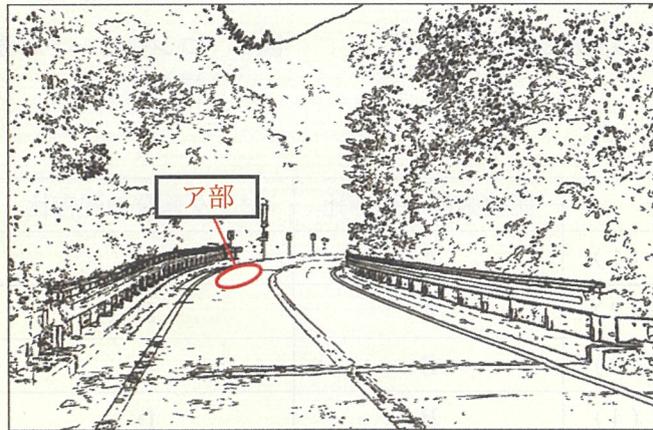


図2 対象橋梁の全景(イメージ図)

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	しやすい	中性化	鋼材腐食	長期の曲げ荷重
(2)	しやすい	凍結融解	スケーリング	車両の制動荷重
(3)	しにくい	中性化	鋼材腐食	車両の制動荷重
(4)	しにくい	凍結融解	スケーリング	長期の曲げ荷重

【問題 11】

温暖な地域に位置する RC 造建築物の外壁に、写真に示すようなポップアウトが複数箇所確認された。この原因を特定し、補修を実施するための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。

現地調査では、ポップアウトが生じて円錐形にえぐられた構造物側と、剥離したコンクリート片それぞれにおいて、ポップアウト核(原因となった膨張性の粒子)の有無を目視確認する。ポップアウト核が確認された場合、原因となった鉱物の種類を特定するため、これらの試料を採取し、(A)による観察や(B)による分析を行う。ポップアウトの原因となる鉱物の一例として、(C)に含まれるコーリンガイトがあげられる。

また、コンクリート片の剥落防止対策を施す場合などで膨張圧の推定が必要な場合には、図に示すようなポップアウトの深さやポップアウト核の直径などを測定しておくことが望ましい。



写真 ポップアウトの状況

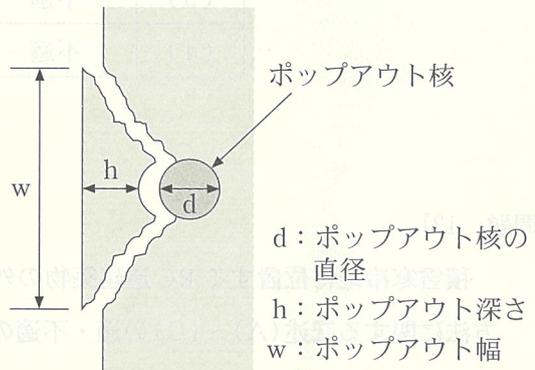


図 ポップアウトの模式図

	(A)	(B)	(C)
(1)	マイクロスコープ	粉末 X 線回折	石灰石
(2)	マイクロスコープ	熱重量・示差熱分析	蛇紋岩
(3)	偏光顕微鏡	熱重量・示差熱分析	石灰石
(4)	偏光顕微鏡	粉末 X 線回折	蛇紋岩

【問題 12】

RC 構造物から採取したコンクリートコア試料を用いた調査について、調査の目的と使用する薬液の組合せ(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。

	調査の目的	使用する薬液
(A)	塩化物イオンの浸透深さ	硝酸銀溶液
(B)	配合推定(単位セメント量)	クエン酸ニアンモニウム溶液
(C)	アルカリシリカゲルの識別	グルコン酸ナトリウム溶液

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

【問題 13】

積雪寒冷地に位置する RC 造建築物の外壁(南面)に凍害が生じた。この外壁に対して行う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) スケーリング深さを 3 次元レーザスキャナにより測定した。
- (B) 浮きの範囲を赤外線サーモグラフィ法により推定した。
- (C) 気泡間隔係数をリニアトラバース法により算出した。

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

【問題 14】

火災を受けたコンクリート構造物の受熱温度を推定するにあたり、使用した化学混和剤の種類が不明であったため、UV スペクトル法と過マンガン酸カリウム法の2つの方法で検量線を作成することとした。検量線の選定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。

検量線は、( A )のコンクリートを試料に用いて作成する必要がある。図1はUV スペクトル法、図2は過マンガン酸カリウム法による結果を示している。

UV スペクトル法は、波長 260 nm の UV 光がベンゼン環に( B )されることを利用したもので、リグニン系やナフタレン系の化学混和剤を用いたコンクリートの受熱温度の推定に適した方法である。一方、過マンガン酸カリウム法は、過マンガン酸カリウムに対して化学混和剤が( C )として作用することを利用したもので、ポリカルボン酸系の化学混和剤を用いたコンクリートの受熱温度の推定に適した方法である。

対象とした構造物のコンクリートでは、図1では相関関係が認められなかったが、図2では200℃以上で負の相関が認められたことから、過マンガン酸カリウム法により得られた検量線を受熱温度の推定に用いた。

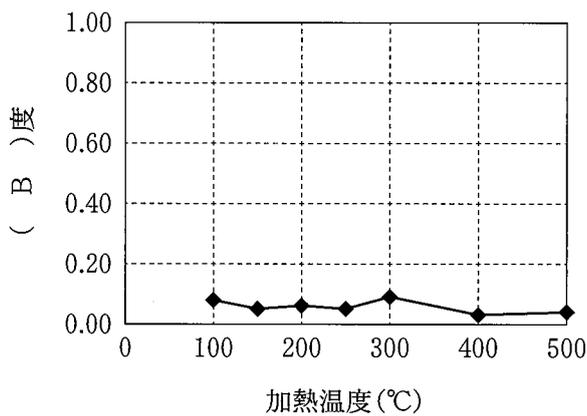


図1 UV スペクトル法の検量線

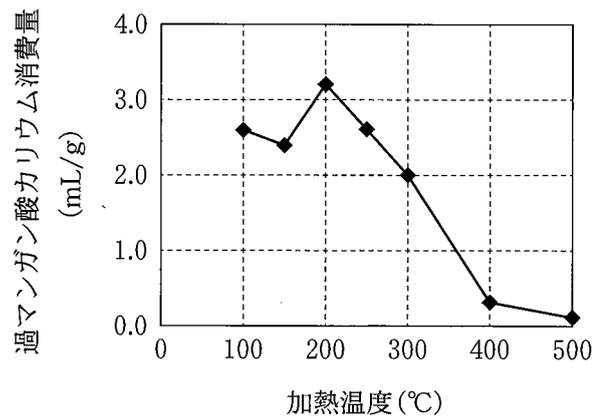


図2 過マンガン酸カリウム法の検量線

	(A)	(B)	(C)
(1)	健全部	反射	酸化剤
(2)	火害部	吸光	酸化剤
(3)	健全部	吸光	還元剤
(4)	火害部	反射	還元剤

【問題 15】

道路トンネルの覆工コンクリート(設計巻き厚 30 cm)の調査項目および方法に関する記述

(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) ひび割れ，漏水，剥落の状況をレーザによる連続走査画像検査法により調べた。
- (B) 背面空洞の有無を衝撃弾性波法で調べた。
- (C) 天端の沈下と水平変位をAE(アコースティック・エミッション)法で調べた。

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

【問題 16】

図に示すように、ポストテンション方式 PC 箱桁のウェブ表面から衝撃弾性波法によってグラウト充填状況を調査する。この方法に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の数値の組合せのうち、適当なものはどれか。

ただし、コンクリート中の弾性波の伝搬速度は 4 000 m/s とする。

鋼製シース内部にグラウトが充填されていると、鋼球打撃により入力された弾性波は、下図に示す面①と面②との間で反射を繰り返し、共振周波数 $f_1$ は( A )kHzとなる。一方、グラウトが未充填の場合、共振周波数 $f_1$ に加えて、図に示す面①と未充填箇所の間でも共振するため、共振周波数 $f_2$ が( B )kHzの波も出現する。両者の共振現象を確認することで、グラウト充填の有無を把握することができる。ただし、適切に評価を行うためには、入力される弾性波の上限周波数が、共振周波数 $f_1$ および $f_2$ を上回っている必要がある。

一般的に、鋼球打撃により入力される弾性波の上限周波数 $f_{\max}$ (kHz)は、次式から算出できる。

$$f_{\max} = 1.25/T_c$$

ただし、 $T_c$ ：接触時間(ms)である。また、 $T_c$ は、次式で求められる。

$$T_c = 0.0043 D$$

ただし、 $D$ ：鋼球直径(mm)である。

以上のことから、今回のグラウト充填状況の調査において、直径( C )mmの鋼球を選定した。

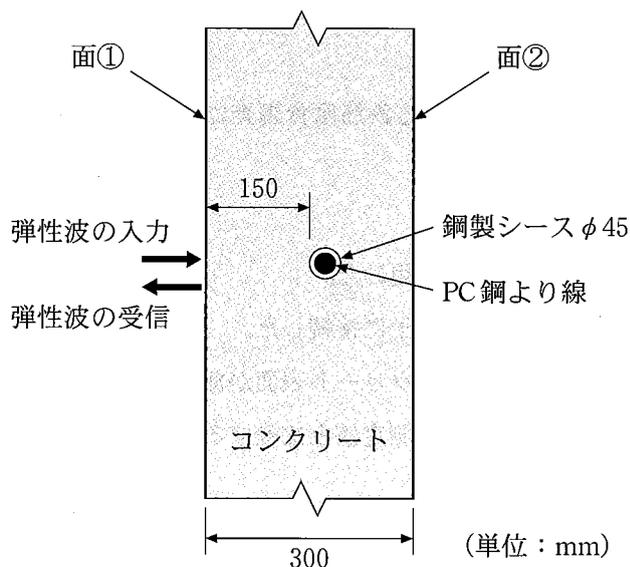


図 PC 箱桁のウェブの断面図

	(A)	(B)	(C)
(1)	13.3	26.6	25
(2)	6.67	13.3	25
(3)	6.67	13.3	15
(4)	13.3	26.6	15

【問題 17】

電磁波レーダ法によるコンクリート構造物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。

コンクリート中を伝搬する電磁波は、比誘電率の異なる物質の境界面で反射する。比誘電率の大きい物体から小さい物体へ電磁波が入射すると、入射波と( A )の反射が生じる。一方、比誘電率の小さい物体から大きい物体へ電磁波が入射すると、入射波と( B )の反射が生じる。この電磁波の特徴を参考にすれば、入射波と逆位相の反射波が確認できた場合、対象物は( C )であると推定できる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	逆位相	同位相	鉄筋
(2)	逆位相	同位相	空洞
(3)	同位相	逆位相	空洞
(4)	同位相	逆位相	鉄筋

【問題 18】

RC構造物における自然電位法による鉄筋腐食調査に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 入力抵抗が十分小さい電圧計を用いた。
- (2) 鉄筋を直流電位差計のプラス端子に接続した。
- (3) 散水により湿潤状態としたコンクリート表面が測定中に乾燥したため、再度散水した。
- (4) 異なる種類の照合電極を用いた測定値と比較するため、電位の測定値を補正した。

【問題 19】

アルカリシリカ反応の発生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膨張率を測定したところ、下図のとおりとなった。この測定によって得られた膨張率に関する次の記述中の(A)および(B)に当てはまる(1)~(4)の語句および値の組合せのうち、JCI-S-011-2017の規定に照らして、正しいものはどれか。

養生条件①で膨張率の測定値が一定値に収れんしたので、養生条件②で膨張率の測定値が収れんするまで測定を行った。この結果から、 $\epsilon 1$ の値を(A)として、また、(B)の値を促進膨張率として報告した。

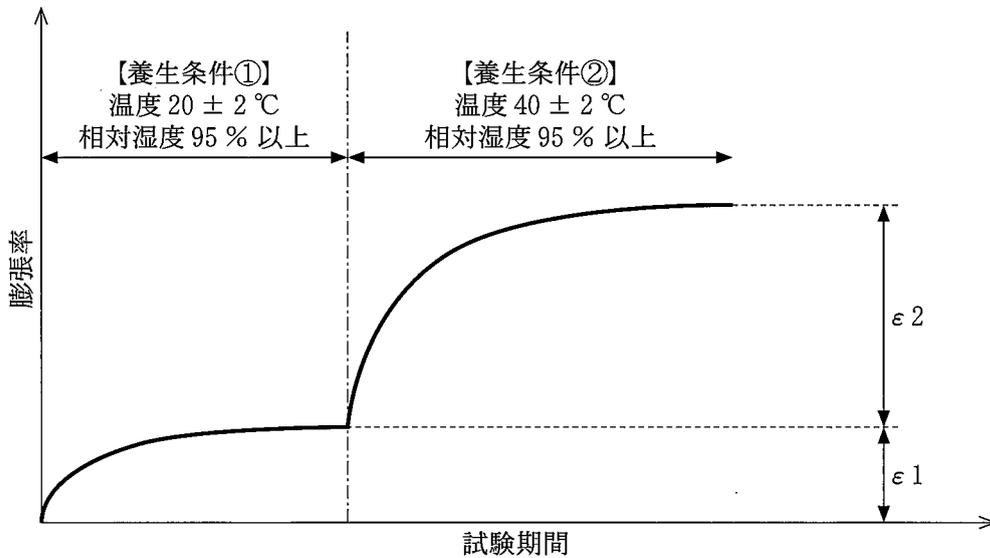


図 構造物から採取したコア試料の膨張率測定結果(模式図)

	(A)	(B)
(1)	残存膨張率	$\epsilon 1 + \epsilon 2$
(2)	残存膨張率	$\epsilon 2$
(3)	解放膨張率	$\epsilon 1 + \epsilon 2$
(4)	解放膨張率	$\epsilon 2$

【問題 20】

以下の記述は、コンクリート構造物のひび割れに生じたエフロレッセンスと思われる白色析出物に関するものである。下線部の項目を調査分析する上で、使用する試料の形態と分析装置の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。

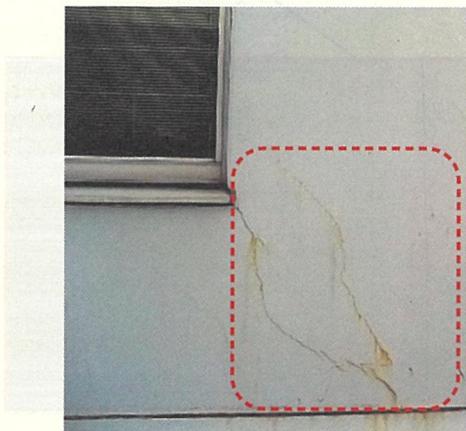
エフロレッセンスはセメント水和物である水酸化カルシウムがコンクリート表面に溶出して、<sup>+</sup>空気中の二酸化炭素を取り込んで炭酸カルシウムとして析出したものである。アルカリシリカ反応に起因してエフロレッセンスが発生している場合には、アルカリシリカゲルが混在していることがある。エフロレッセンス中にアルカリ炭酸塩などのアルカリ塩が確認された場合には、コンクリート中の骨材の反応性や水溶性アルカリ量を調べるとよい。

	調査項目	試料の形態	分析装置
(1)	炭酸カルシウム	粉末	X線回折装置
(2)	アルカリシリカゲル	粉末	示差熱天秤
(3)	骨材の反応性	コンクリート薄片	偏光顕微鏡
(4)	水溶性アルカリ量	抽出液	原子吸光光度計

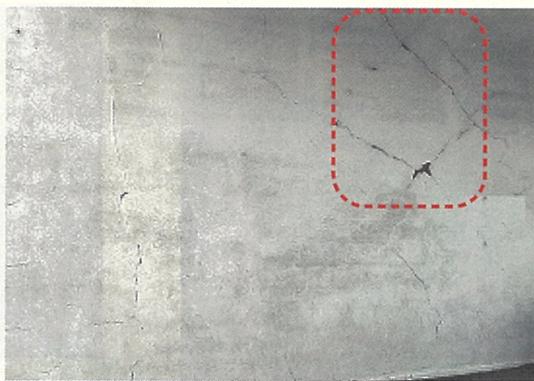
【問題 21】

【55 設問】

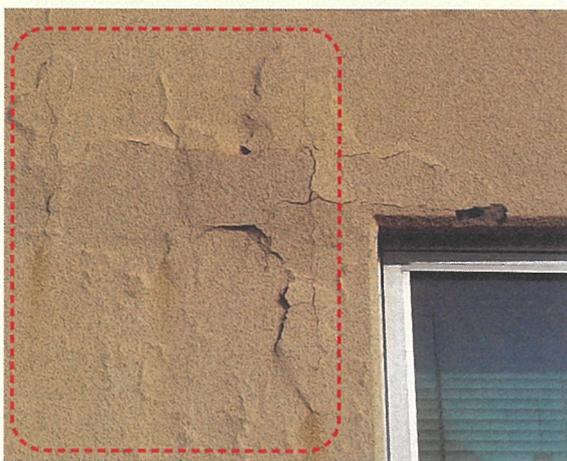
写真(A)～(D)に示すRC造建築物のひび割れについて、鉄筋腐食先行型(鉄筋腐食が起因となっているもの)と判断できるものとして、次の(1)～(4)の適・不適の組合せのうち、適当なものはどれか。



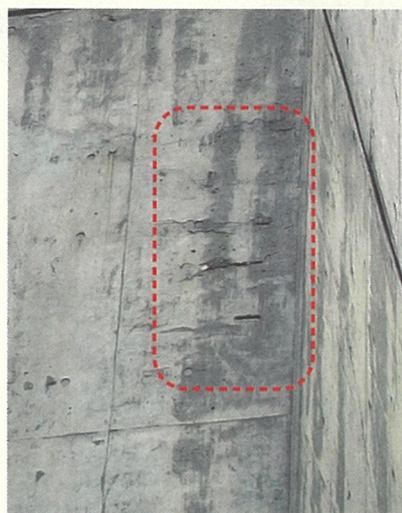
写真(A) 開口角部のひび割れ



写真(B) 壁の斜め方向のひび割れ



写真(C) 開口部周辺のひび割れ



写真(D) 柱の水平方向のひび割れ

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