

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]

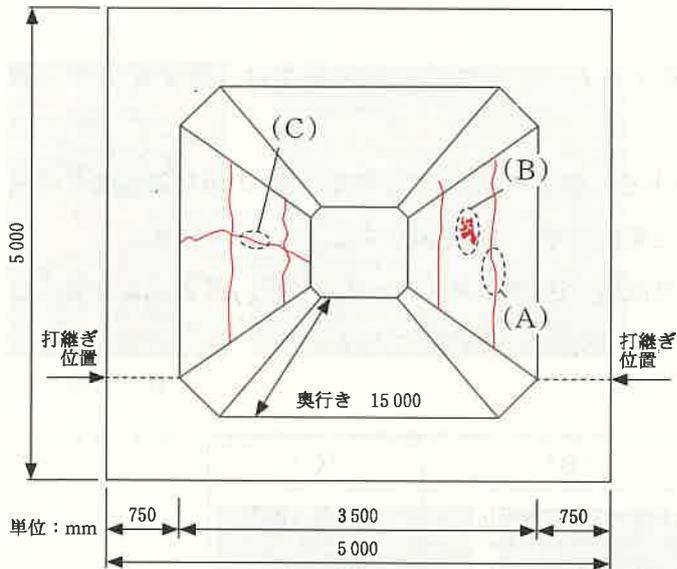
1. 試験開始の合図の後、ただちにページ数の過不足および印刷の不鮮明なところがないことを確かめてください。過不足等があったら取り替えますので、手をあげて申し出てください。
 2. 試験問題の内容についての質問には、お答えできません。
 3. 計算機(小型無音で、四則演算程度(平方根、数値メモリは含む)までしかできないもの)の使用はさしつかえありません。ただし、前記の演算機能以外の、関数演算や式あるいは文章等を記憶する機能を有する機器(例えば、関数電卓、ポケットコンピュータ、スマートフォン、携帯電話、電子手帳等)は、使用を禁止します。
 4. この試験の解答時間は、試験開始の合図があつてから3時間です。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。
- ・中途退室して試験終了後に本試験問題を受け取りにくる場合、あらかじめ以下に受験番号を記入してください(自分のものであることの確認のため)。

受験番号

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

【問題 1】

ボックスカルバートの型枠を打込みから1週間後に取り外したところ、下図の壁面の(A)～(C)において、写真に示すような変状を確認した。変状の発生要因に関する(1)～(4)の組合せのうち、最も適当なものはどれか。



(A)の写真

(B)の写真



(C)の写真

図 ボックスカルバートの変状

	(A)	(B)	(C)
(1)	乾燥収縮	内部振動機による締固めの不足	自己収縮
(2)	水和熱に起因する温度応力	内部振動機による締固めの不足	許容打重ね時間間隔を超過した打込み
(3)	乾燥収縮	型枠の継目からのモルタルの流出	許容打重ね時間間隔を超過した打込み
(4)	水和熱に起因する温度応力	型枠の継目からのモルタルの流出	自己収縮

【問題 2】

一般的なコンクリートやモルタルのひび割れの原因となる長さ変化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。なお、コンクリートの寸法は高さ100 mm, 幅100 mm, 長さ400 mm, モルタルの寸法は高さ40 mm, 幅40 mm, 長さ160 mmとし、いずれも鉄筋を含まない角柱とする。

- ・硬化コンクリートの温度が1℃上昇すると、コンクリートの長さは、長さ変化率で約 (A)増加する。
- ・製造後7日間水中養生したコンクリートを、温度20℃, 相対湿度60%の環境に6箇月間保管すると、コンクリートの長さは、長さ変化率で(B)減少する。
- ・JISA 1146(骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法))では、26週間促進養生したモルタルの膨張率(C)を目安に骨材の反応性を判定している。

	(A)	(B)	(C)
(1)	10×10^{-6}	$1500 \sim 3000 \times 10^{-6}$	100×10^{-6}
(2)	10×10^{-6}	$400 \sim 1000 \times 10^{-6}$	1000×10^{-6}
(3)	100×10^{-6}	$1500 \sim 3000 \times 10^{-6}$	1000×10^{-6}
(4)	100×10^{-6}	$400 \sim 1000 \times 10^{-6}$	100×10^{-6}

【問題 3】

写真(A)～(C)に示す変状とそれらの説明に関する記述の適・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。

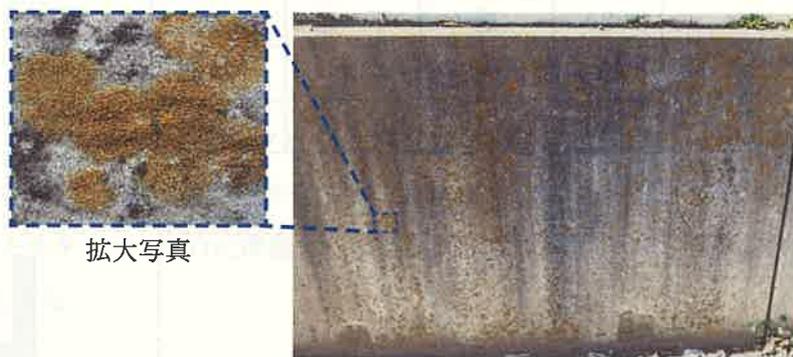


拡大写真

拡大写真

(A) 打放しコンクリート外壁に生じた変色

(B) 仕上げが施された外壁に生じた変色



拡大写真

(C) 擁壁表面に生じた変色

写 真	変状の説明
(A)	黄鉄鉱を含む骨材の酸化による変色
(B)	コンクリート中の鉄筋の腐食による変色
(C)	地衣類の繁茂による変色

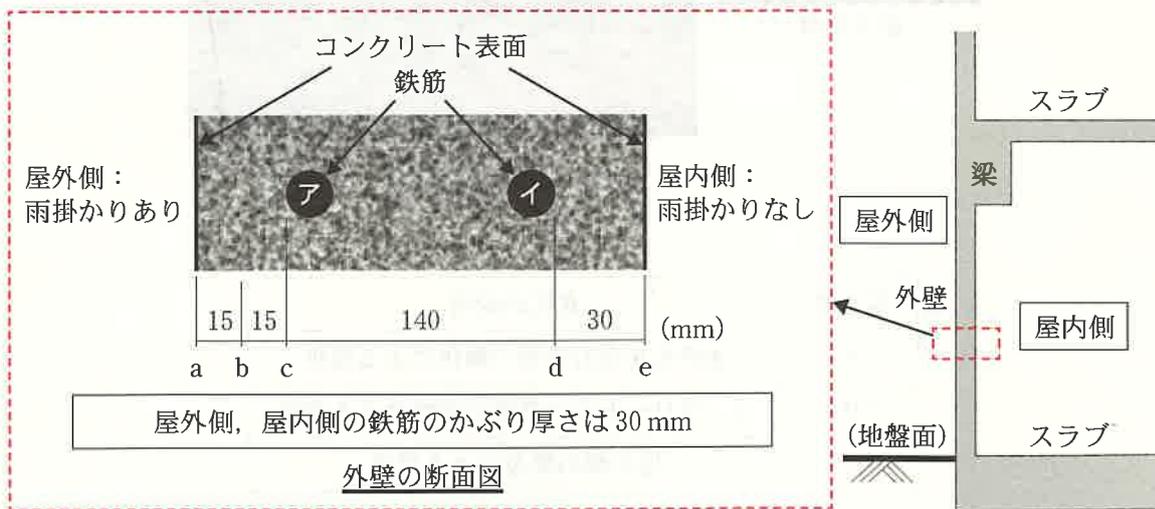
	(A)	(B)	(C)
(1)	適	適	適
(2)	不 適	適	適
(3)	適	不 適	適
(4)	適	適	不 適

【問題 4】

下図は屋外および屋内とも打放し仕上げのコンクリート外壁の断面である。コンクリートの中性化に関する記述(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。なお、屋外側は雨掛かりがあり、平均気温 20℃、平均相対湿度 80%、屋内側は雨掛かりがなく、平均気温 20℃、平均相対湿度 50% である。また、使用セメントは普通ポルトランドセメントとする。

- (A) 中性化深さが a から b に到達するまでの時間は、b から c に到達するまでの時間より長い。
- (B) 中性化深さが a から c に到達する時間は、e から d に到達するまでの時間より長い。
- (C) 鉄筋背面まで中性化した状態における腐食速度は、鉄筋アより鉄筋イのほうが大きい。

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



【問題 5】

塩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、適当なものはどれか。

コンクリート中に、鋼材表面の不動態皮膜を破壊する濃度の塩化物イオンが含まれると、(A)するアノード反応と同時に(B)するカソード反応が起き、鋼材腐食が進行する。塩化物イオンが腐食に関係する場合には、(C)腐食が生じやすい。

	(A)	(B)	(C)
(1)	Fe ²⁺ を溶出	OH ⁻ を生成	マクロセル
(2)	FeCl ₂ を生成	e ⁻ を放出	ミクロセル
(3)	Fe ²⁺ を溶出	e ⁻ を放出	ミクロセル
(4)	FeCl ₂ を生成	OH ⁻ を生成	マクロセル

【問題 6】

アルカリシリカ反応によるモルタルの膨張に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。なおここでは、反応性を有する骨材を用い、JISA 1146(骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法))に準拠して作製したモルタル供試体を26週間貯蔵した場合について問うものとする。

- (1) 供試体の貯蔵環境を温度40℃とすると、20℃の場合より、膨張率は大きくなる。
- (2) 供試体の貯蔵環境を相対湿度60%とすると、95%の場合より、膨張率は大きくなる。
- (3) 反応性を有する骨材の量が多いほど、膨張率は大きくなる。
- (4) 普通ポルトランドセメントの15%をフライアッシュで置換すると、置換しない場合より、膨張率は大きくなる。

【問題 7】

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)～(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。

セメント水和物の(A)は、酸の種類によって異なる生成物に変化し、その生成物によって異なる劣化の挙動を示す。硫酸の作用を受けると(B)が生成して体積膨張するため、著しい膨張破壊を生じる。一方、塩酸の作用を受けると(C)が生成・溶解することで、表層部のセメント硬化体のみが洗われたような状態となり、骨材が露出する侵食を生じる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	水酸化カルシウム	C-S-H	二水石こう
(2)	水酸化カルシウム	二水石こう	塩化カルシウム
(3)	エトリンガイト	C-S-H	二水石こう
(4)	エトリンガイト	二水石こう	塩化カルシウム

【問題 8】

コンクリートの成分の溶出に関する次の記述(A)～(C)の適・不適の組合せとして(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

- (A) 硬度が同じ地下水との接触では、地下水が遊離炭酸ガスを多く含むほど成分が溶出しやすくなる。
- (B) 滞留した水との接触の場合、流れのある水の場合と比べて成分が溶出しやすくなる。
- (C) コンクリートにフライアッシュを混和することにより、カルシウム成分の溶出が抑制される。

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

【問題 9】

コンクリートのすり減りに関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 圧縮強度が同一の場合、普通コンクリートは軽量コンクリートより、すり減り抵抗性が高い。
- (2) 圧縮強度が同一の場合、細骨材率が38%のコンクリートは、細骨材率が43%のコンクリートより、すり減り抵抗性が高い。
- (3) 流水中に混在する気泡が圧潰されてキャビテーションが生じた場合、コンクリートのすり減り量が大きくなる。
- (4) 流速が一定の場合、流水中のコンクリートのすり減り量は、経過時間の平方根に比例して大きくなる。

【問題 10】

積雪寒冷地におけるコンクリートの凍害に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) コンクリートの細孔中における水分の凍結温度は、細孔径が大きいほど低くなる。
- (2) コンクリートの細孔中における未凍結水の移動に伴う水圧が要因となり、ひび割れが生じる。
- (3) 海岸際に立地するコンクリート構造物で、海水の飛沫を受ける面と受けない面を比較した場合、飛沫を受ける面の方がスケーリングは発生しやすい。
- (4) コンクリート構造物の日射を受ける面と受けない面を比較した場合、日射を受ける面の方が凍害は発生しやすい。

【問題 11】

暑中コンクリートの初期欠陥を防止するための配(調)合を計画する際、コンクリートの凝結時間を測定することとした。JISA 1147(コンクリートの凝結時間試験方法)の規定に照らして、次の(1)～(4)のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 凝結時間を求めるための時刻の起点は、試料を円筒容器に入れた時刻とした。
- (2) 試料表面のブリーディング水を取り除いて貫入試験を行った。
- (3) 貫入抵抗値が 3.5 N/mm^2 になるまでの時間を、始発時間とした。
- (4) 貫入抵抗値が 28.0 N/mm^2 になるまでの時間を、終結時間とした。

【問題 12】

アルカリシリカ反応の可能性が高い変状の原因を調べるための調査方法に関する、次の記述 (A)～(C)の適・不適の組合せとして、(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

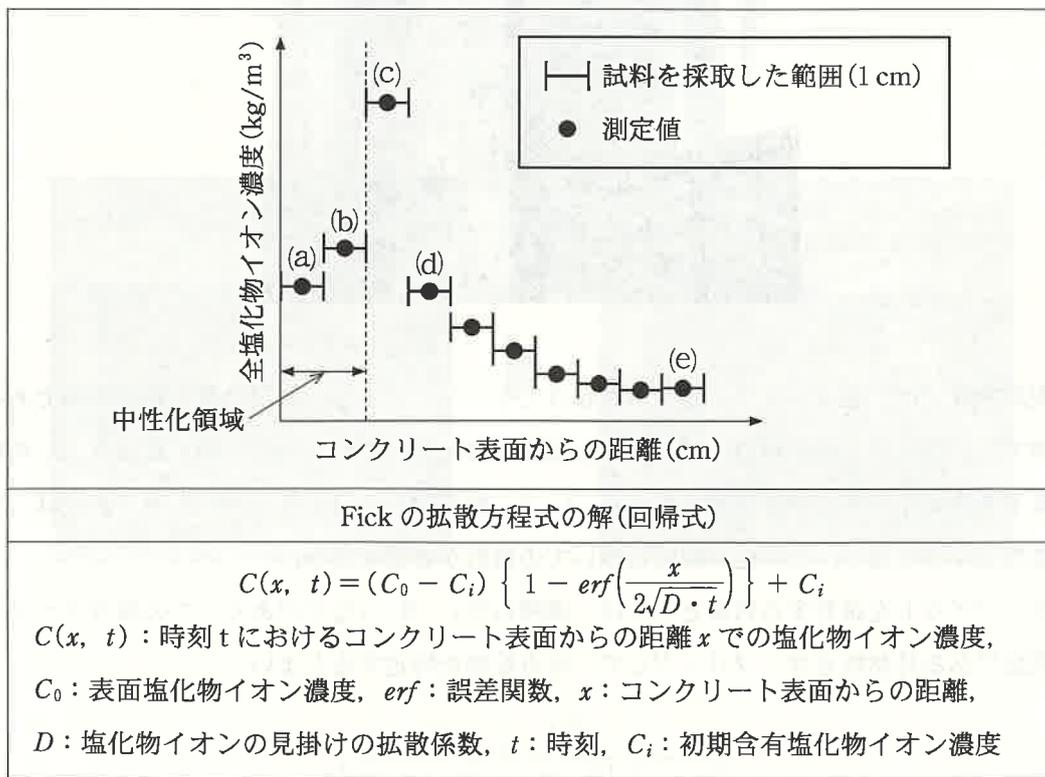
- (A) コアを採取し目視で、骨材の反応リムの有無を調べた。
- (B) 原子吸光光度法で、コンクリート中の水溶性アルカリ量を調べた。
- (C) 電位差滴定法で、白色析出物中のシリカ (SiO_2)の含有量を調べた。

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

【問題 13】

下図は、塩害環境に位置するRC構造物の採取コアから全塩化物イオン濃度を10点測定して得られた濃度分布である。コンクリート中の全塩化物イオン濃度の分布は、下記のFickの拡散方程式の解で表現されるものとする。この分布から回帰式中の表面塩化物イオン濃度 C_0 および塩化物イオンの見掛けの拡散係数 D を求める方法に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 点(a)の濃度を表面塩化物イオン濃度 C_0 とした。
- (2) 点(c)の濃度を表面塩化物イオン濃度 C_0 とした。
- (3) 点(a)と点(c)を除いて、点(b)から点(e)の8点を用いて回帰分析し、塩化物イオンの見掛けの拡散係数 D を求めた。
- (4) 点(a)、点(b)および点(c)を除いた7点を用いて回帰分析し、塩化物イオンの見掛けの拡散係数 D を求めた。



【問題 14】

写真に示すようなポップアウトが生じた橋脚に対して、原因を特定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、ポップアウトが骨材を起点に生じているかどうか重要な確認事項である。寒冷地であれば凍害が疑われるので、現地の気象条件を調べるとともに、施工記録などで使用骨材の吸水率を確認する。骨材の吸水率が(A)，軟石混入の可能性も無いようであれば、凍害の可能性は小さくなり、その他の原因についての検討が必要である。

ポップアウトを誘発する岩質としては、濁沸石や(B)などがあり、この場合ポップアウトの基底にある骨材粒をサンプリングして、含有鉱物を特定するとよい。

	(A)	(B)
(1)	小さく	花崗岩
(2)	小さく	蛇紋岩
(3)	大きく	蛇紋岩
(4)	大きく	花崗岩

【問題 15】

デジタルカメラを用いたRC床版の変状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。

デジタルカメラで撮影した画像から変状の調査図を作成するためには、取得した画像の形状および縦横比を実物に合わせる必要がある。(A)レンズで撮影した場合には画像が図1のように樽形状となることが多いため、まず、(B)の補正を行う。その上で、図2のような(C)補正を行うことで、図3に示すように斜め方向から撮影した画像を正対画像に変換できる。

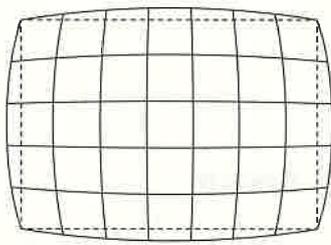


図1

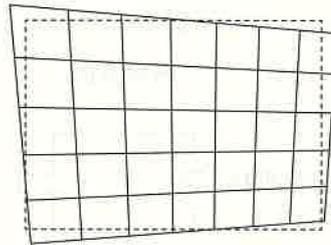


図2

実線：補正前
破線：補正後

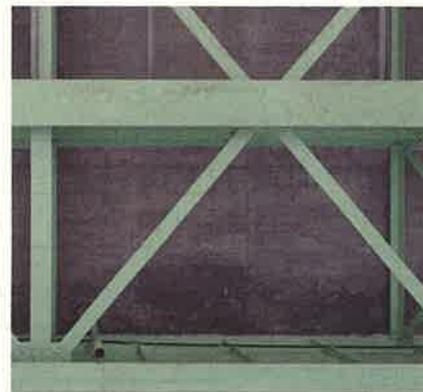


図3

	(A)	(B)	(C)
(1)	広角	F値	トレース
(2)	広角	収差	あおり
(3)	望遠	収差	トレース
(4)	望遠	F値	あおり

【問題 16】

コンクリート中の鉄筋の腐食速度の推定に用いる，分極抵抗法(交流インピーダンス法)の測定原理に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の式および記号の組合せのうち，適当なものはどれか。

分極抵抗法(交流インピーダンス法)では，コンクリート表面と鉄筋表面との間において，下図に示す電氣的等価回路モデルが成立すると仮定する。この場合，コンクリート表面に設置した対極と鉄筋との間に，高周波数の交流電流を印加したときに測定される(A)と，低周波数の交流電流を印加したときに測定される(B)の差分から分極抵抗を求める。コンクリート中の鉄筋の腐食速度は，(C)に比例するものとして推定する。

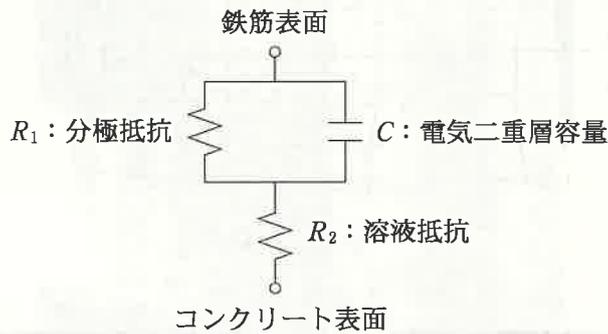


図 電氣的等価回路モデル

	(A)	(B)	(C)
(1)	$R_1 + R_2$	R_2	R_1
(2)	$R_1 + R_2$	R_2	$\frac{1}{R_1}$
(3)	R_2	$R_1 + R_2$	R_1
(4)	R_2	$R_1 + R_2$	$\frac{1}{R_1}$

【問題 17】

コンクリート構造物に生じているひび割れの深さを超音波法により推定する。以下の図1, 2のようにひび割れからの発振子と受振子の距離が a の場合の弾性波伝播時間を t , 距離が $3a$ の場合の弾性波伝播時間を T としたときに, ひび割れ深さ d を推定する式として(1)~(4)のうち, 適当なものはどれか。

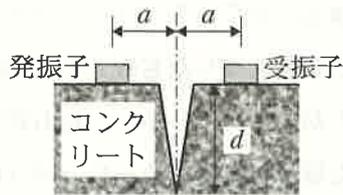


図1 t の計測方法

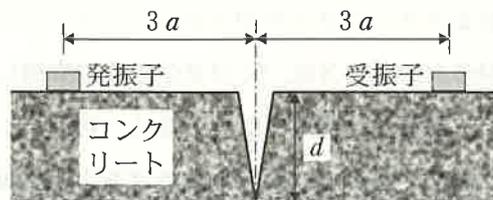


図2 T の計測方法

(1) $d = a \sqrt{\frac{t^2 - T^2}{T^2 - t^2}}$

(2) $d = a \sqrt{\frac{3t^2 - T^2}{T^2 - t^2}}$

(3) $d = a \sqrt{\frac{6t^2 - T^2}{T^2 - t^2}}$

(4) $d = a \sqrt{\frac{9t^2 - T^2}{T^2 - t^2}}$

【問題 18】

コンクリートにアルカリシリカ反応を生じさせる可能性のある反応性鉱物の調査に関する次の記述中の(A)および(B)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

骨材中の反応性鉱物の調査は、アルカリシリカ反応が生じているか否かの判定だけでなく、将来の膨張の進行を予測する上でも重要な情報となることから、適当な方法で反応性鉱物を特定する必要がある。

安山岩中の火山ガラスは、マグマが急速に冷却したことで生成したもので、偏光顕微鏡の直交ニコルによる観察では暗黒となり、容易に判定することができる。しかし、安山岩中のクリストバライトは微細な結晶で、偏光顕微鏡では判定が困難な場合もあるため、(A)による分析と組み合わせるのが良い。一方、堆積岩に含有される隠微晶石英は上記の方法では判定が困難なため(B)を用いた分析が適している。

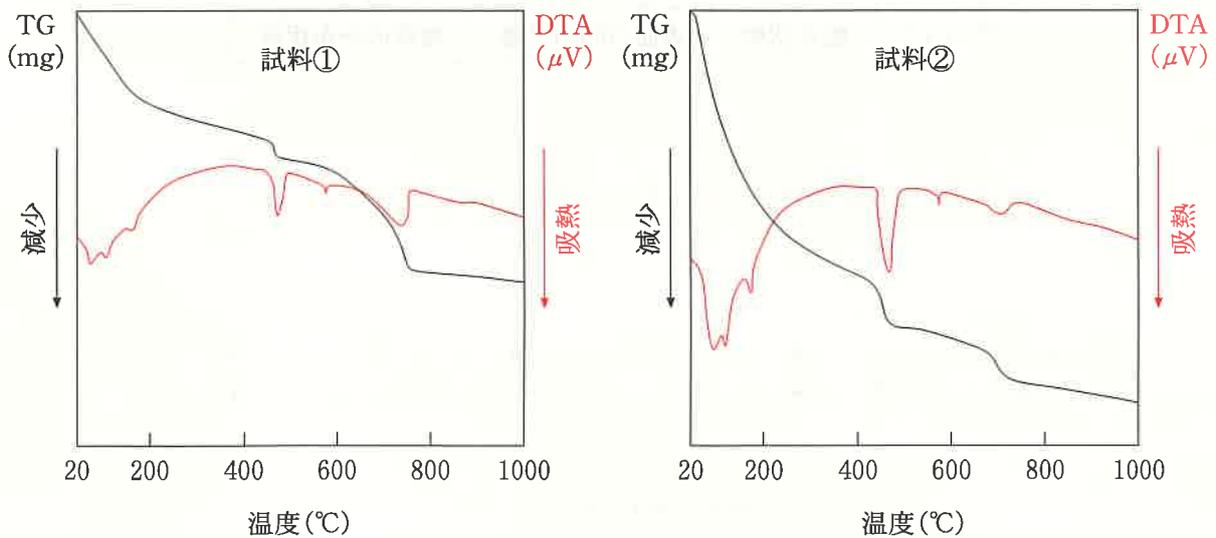
	(A)	(B)
(1)	粉末 X 線回折装置 (XRD)	走査型電子顕微鏡 (SEM) および エネルギー分散型 X 線分光器 (EDS)
(2)	イオンクロマトグラフ (IC)	走査型電子顕微鏡 (SEM) および エネルギー分散型 X 線分光器 (EDS)
(3)	イオンクロマトグラフ (IC)	蛍光 X 線分析装置 (XRF)
(4)	粉末 X 線回折装置 (XRD)	蛍光 X 線分析装置 (XRF)

【問題 19】

セメント硬化体中に含まれる化合物の定量方法に関する記述中の(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。

水酸化カルシウムやエトリンガイトなどのセメント水和反応生成物は、TG-DTA(示差熱重量分析)によって定量が可能である。水酸化カルシウムの脱水反応は(A)℃付近の吸熱ピークとして現れるため、その前後の質量減少からセメント硬化体中の水酸化カルシウム量(%)を算出する。また、炭酸カルシウム量(%)は、脱炭酸が生じる(B)℃付近の質量減少から算出する。

下図は、材料および配(調)合が同じ構造物から採取した試料の分析結果である。2つの試料のうち炭酸化が進んでいるのは試料(C)である。



(注) 両図の縦軸のスケールは同じである

図 TG-DTA 分析結果

	(A)	(B)	(C)
(1)	100	450	①
(2)	100	450	②
(3)	450	700	①
(4)	450	700	②

【問題 20】

走査型電子顕微鏡(SEM)の原理に関する次の記述中の(A)~(C)に当てはまる語句の(1)~(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

電子銃から照射された入射電子線が効率的に試料に到達できるように、電子銃と試料の間は(A)となっており、二次電子と反射電子(後方散乱電子)の量が検出器で計測される。二次電子の量から(B)が画像化され、反射電子(後方散乱電子)の量から(C)が画像化される。

	(A)	(B)	(C)
(1)	真空状態	表面の凹凸状態	物質の分布状況
(2)	真空状態	物質の分布状況	表面の凹凸状態
(3)	飽水状態	物質の分布状況	表面の凹凸状態
(4)	飽水状態	表面の凹凸状態	物質の分布状況

【問題 21】

竣工後1年が経過したRC造建築物の床スラブ上面に下図に示すひび割れが生じていた。たわみ測定を行ったところ、図中に示す数値のとおりであった。このひび割れが発生した原因に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。なお、竣工時には、ひび割れは発生しておらず、床仕上げ精度は許容範囲内であった。また、この建物は設計積載荷重の範囲内で使用されている。

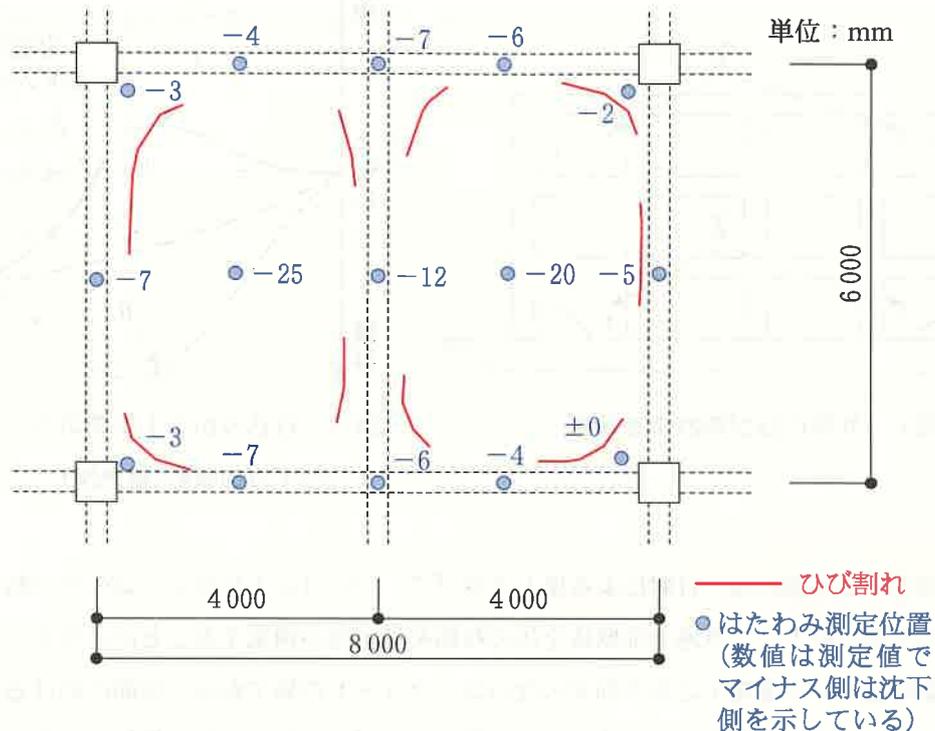


図 床スラブ上面の状況

- (1) 床スラブの厚さが設計値より小さい。
- (2) 上端筋が設計位置より下がっている。
- (3) 下端筋のかぶり厚さが設計値より小さい。
- (4) コンクリート強度が設計基準強度より低い。

【問題 22】

夏期に施工された RC 造の倉庫建築物の外壁において、図 1 に示す箇所①および②のひび割れを確認した。これらの変状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、当該建築物は空調されておらず、屋内外の温度差はほとんどない。

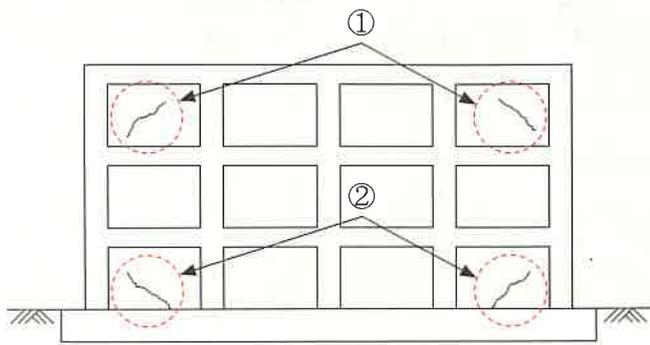


図 1 外壁のひび割れ調査結果

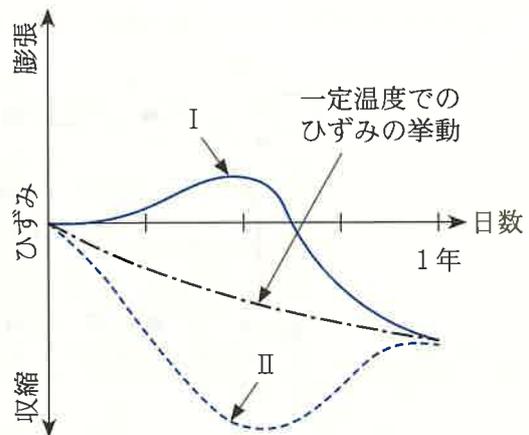


図 2 打込みから 1 年間のコンクリートのひずみの挙動(概念図)

図 1 の①のひび割れは、日射による屋上スラブの(A)により生じ、②のひび割れは、乾燥および外気温の低下による地上部躯体全体の収縮を地中梁が拘束することにより生じる。また、当該建築物と同一の環境下にある拘束のないコンクリートの施工から 1 年間におけるひずみは、図 2 の(B)のような挙動を示すため、冬期よりも夏期に施工された場合の方が、②のひび割れが発生し(C)と判断した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	収縮	I	易い
(2)	膨張	II	易い
(3)	膨張	I	難しい
(4)	収縮	II	難しい

【問題 23】

竣工時に、けい酸塩系表面含浸材を塗布したRC桁において、16年後の中性化深さを測定したところ7 mmであった。また、けい酸塩系表面含浸材の含浸深さは5 mmであり、その部分の中性化速度係数は、含浸していない部分の1/2倍であった。かぶり(厚さ)は30 mmで、中性化残りが8 mmで鋼材腐食が開始すると考えた場合、今後、鋼材腐食が開始するまでの年数として、次の(1)~(4)のうち適当なものはどれか。ただし、けい酸塩系表面含浸材が含浸した部分も含浸していない部分も、中性化の進行は \sqrt{t} 則(t は経過年数)に従うものとし、中性化速度係数と含浸深さは経時的に変化しないものとする。

- (1) 20年
- (2) 33年
- (3) 48年
- (4) 65年



【問題 24】

寒冷地の河川上に架設された竣工後 45 年が経過した、PC 単純版桁橋(支間長 24 m, 床版支間長 6 m)の下面側に、写真に示すひび割れが生じていた。このひび割れの主な原因に関する次の記述中の(A)および(B)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。なお、橋面防水は行われているが、写真の桁付近上部の橋面は中央分離帯となっており防水層がない。



写真 PC 版桁橋のひび割れ

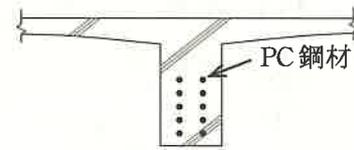


図 支間中央部の断面の概要

①の支間中央部の上部や②の床版の桁付近にも、橋軸方向のひび割れが発生していることから、周辺環境や表面からの水分の供給により、コンクリートに(A)が生じていると判断した。なお、ひび割れが橋軸方向に卓越しているのは(B)の影響によると判断した。

	(A)	(B)
(1)	凍結融解	活荷重
(2)	アルカリシリカ反応	プレストレス
(3)	凍結融解	プレストレス
(4)	アルカリシリカ反応	活荷重

【問題 25】

下の写真は、寒冷地において竣工後3年経過した建築物の屋外コンクリートポーチに生じた変状である。コンクリートの厚さは100 mm であり、適切に水勾配が付けられている。コンクリートの打込みは、夏期に露天で行われた。この変状の原因を推定した以下の記述中の(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。

夏期に露天で施工する床面のコンクリート表面は、打込み直後から日射や高い気温により表面の乾燥が進みやすく、水和反応の進行が(A)ため、金ごて仕上げが困難になることが多い。このことを懸念して、(B)に金ごて仕上げ行くと、表層直下に存在する水分が(C)なる。このコンクリートが冬期に凍結融解作用を受けることにより、表層が剥離したものと推定される。



	(A)	(B)	(C)
(1)	早い	ブリーディングが収束する前	多く
(2)	遅い	ブリーディングが収束する前	少なく
(3)	遅い	コンクリートの凝結の終結直後	多く
(4)	早い	コンクリートの凝結の終結直後	少なく

【問題 26】

RC造建築物の雨掛かりのない外壁の立上り部分において、写真1に示すような仕上げモルタルの部分的な剥離を伴うコンクリートからの白色析出物が見られた(写真2)。この白色析出物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。

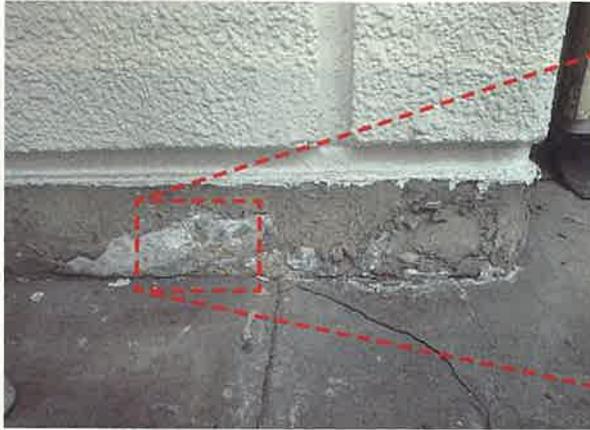


写真1



写真2



写真3

写真2の白色析出物の主成分は、コンクリート中のカルシウムが空気と触れて生成される(A)、もしくは土壌中の硫酸塩が水分とともに吸い上げられコンクリート表面で蒸発する際に析出される(B)のいずれかと推測された。この白色析出物を特定するため、(C)をかけてみたところ、写真3のように白色析出物は容易に溶けて消失した。このため、この白色析出物は(B)であると判断した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	水酸化カルシウム	硫酸カルシウム	無水エタノール
(2)	炭酸カルシウム	硫酸カルシウム	無水エタノール
(3)	炭酸カルシウム	硫酸ナトリウム	水
(4)	水酸化カルシウム	硫酸ナトリウム	水

【問題 27】

鋼単純I桁橋のRC床版において、写真の白線で示す位置にひび割れが見られた。このひび割れの発生原因を推定した次の記述中の(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 鋼単純I桁橋のRC床版下面のひび割れ

(A)で設計された鋼単純I桁では、ジベルにより床版コンクリートの変形が拘束される。これにより、(B)に伴う(C)方向の変形が拘束され、写真に示すひび割れが発生したと考えられる。疲労による劣化が進行し、RC床版の取替えを検討するにあたっては、(A)の場合、ジベルの切断が必要であるとともに、床版撤去時の安全性を確認し、鋼桁の補強などを検討しなければならない。

	(A)	(B)	(C)
(1)	合成桁	乾燥収縮や温度変化	橋 軸
(2)	非合成桁	乾燥収縮や温度変化	面 外
(3)	合成桁	曲 げ	橋 軸
(4)	非合成桁	曲 げ	面 外

【問題 28】

アルカリシリカ反応に関連した a～d の JIS と、その制定または改正が行われた年代に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

- a. JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)が改正され、アルカリ骨材反応の抑制対策の方法が附属書に盛り込まれた。
- b. JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の附属書が改正され、ポルトランドセメント(低アルカリ形)がアルカリ骨材反応の抑制対策の方法から削除された。
- c. JIS A 1804(コンクリート生産工程管理用試験方法—骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(迅速法))が制定された。
- d. JIS A 6204(コンクリート用化学混和剤)が改正され、全アルカリ量の規定が追加された。

	1980 年代	1990 年代	2000 年代
(1)	d	a	b, c
(2)	c	a, d	b
(3)	a, d	c	b
(4)	b	a, d	c

【問題 29】

建設後 60 年が経過した重力式コンクリートダムにおいて、常に水と接していた箇所からコア供試体を採取し、セメントペースト部分のビッカース硬度の調査を行った。下図の調査結果に関する、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、ダムの貯留水は一般的な河川水に類似した水質であった。

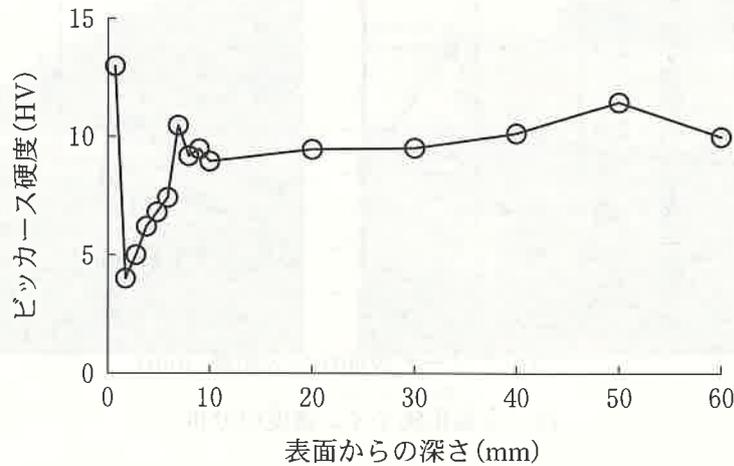


図 ビッカース硬度の調査結果

水と接しているコンクリート表面から(A)し、その部分で pH の低下が生じる。また、細孔溶液中の Ca^{2+} の濃度が(B)することにより、(C)することで脆弱化が生じる。このことが、表面から深さ 10 mm 程度までのビッカース硬度の低下の原因になったと判断した。一方、表面の硬度が高い原因は、 CaCO_3 の析出によると考えられている。

	(A)	(B)	(C)
(1)	C-S-H が溶脱	増加	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ が溶出
(2)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ が溶出	低下	C-S-H が溶脱
(3)	C-S-H が溶脱	低下	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ が溶出
(4)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ が溶出	増加	C-S-H が溶脱

【問題 30】

建設後 36 年経過した道路橋の RC 床版に対して、かぶり、中性化深さおよび全塩化物イオン濃度を調査したところ、下図のような結果が得られた。次の記述中の(A)～(D)に当てはまる(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

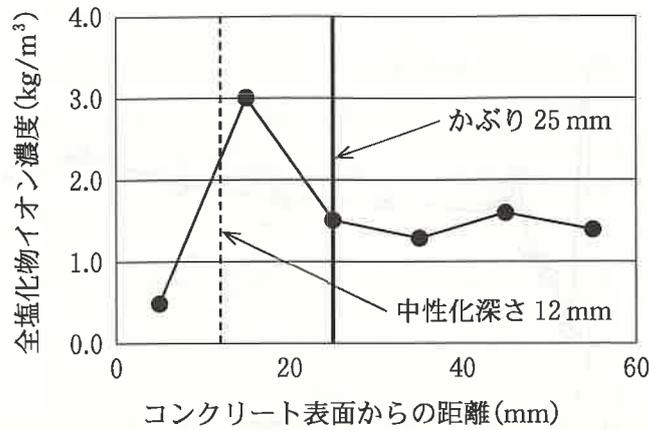


図 全塩化物イオン濃度の分布

調査結果から、この部材では、(A)による塩害と中性化が複合していると判断できる。これは、中性化領域では、(B)の分解に伴い塩化物イオンが遊離し、細孔溶液中の塩化物イオンの濃度拡散により未中性化領域側に移動することによる。未中性化領域では、移動した塩化物イオンの一部が(C)と反応して(B)が生成するとともに、全塩化物イオン濃度が高くなる。

環境が今後も変わらず、中性化の進行とともに塩化物イオンが内部に移動するとすれば、28年後には中性化深さが(D)mmとなり、鋼材位置の塩化物イオン濃度は現状より大きくなると予測される。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	凍結防止剤	フリーデル氏塩	水酸化カルシウム	21
(2)	内在塩分	フリーデル氏塩	C ₃ A	16
(3)	内在塩分	エトリンガイト	C ₃ A	16
(4)	凍結防止剤	エトリンガイト	水酸化カルシウム	21

②

【問題 31】

中国地方の内陸部に位置するポストテンション方式PC単純T桁形式の鉄道橋(1974年完成)の主桁に写真の矢印に示す変状が生じていた。今後のこの変状の進行を抑制するための対策工法として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。



写真 PC桁の変状

- (1) 表面含浸工法
- (2) 電気防食工法
- (3) 剥落防止工法
- (4) PCグラウト再注入工法



【問題 32】

山間部に位置する道路橋の下部工の水掛かり部において、写真1および写真2に示すようなアルカリシリカ反応に起因する変状が発生していた。それぞれの橋梁で発生した変状の進行抑制対策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。

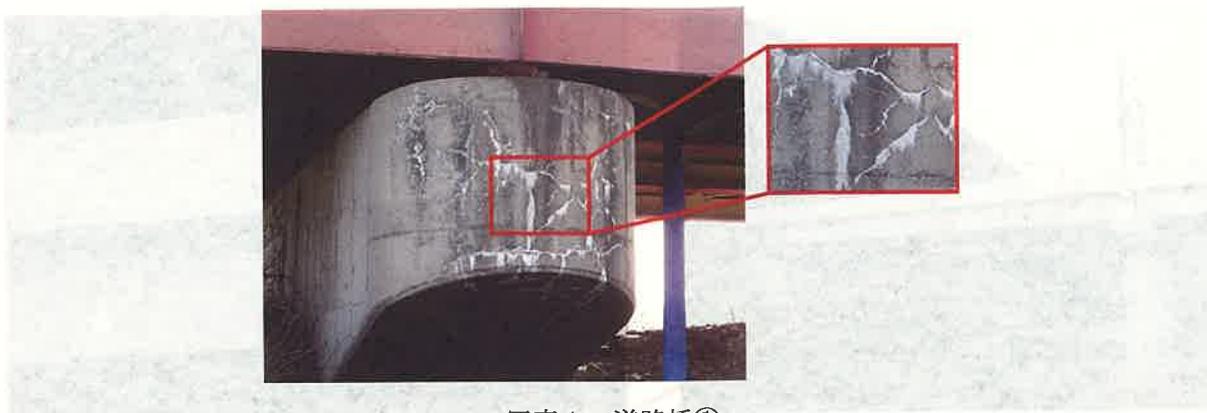


写真1 道路橋①

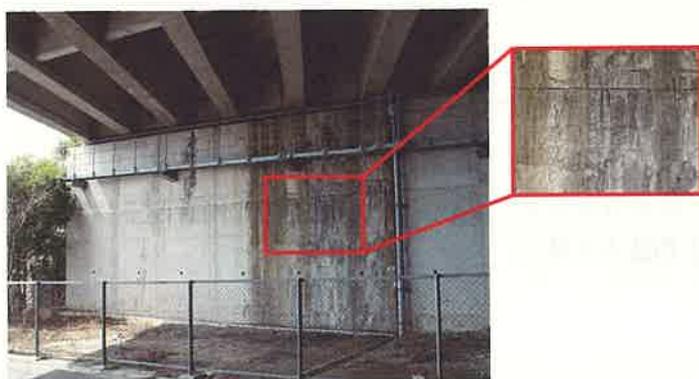


写真2 道路橋②

写真1は、橋脚張出し部に生じたひび割れであり、劣化の進行を抑制する対策として、水分の供給を遮断する必要がある。今後の劣化の進行を考慮すると遮水性能に加え、(A)に優れる(B)を基材とする表面被覆工法を選定した。一方、写真2は、橋台前面に生じたひび割れであり、伸縮装置からの漏水のコンクリート中への浸透を防止すると共に、背面からの水分供給に対して透湿性を有する(C)を用いた工法を選定した。いずれも劣化の進行を完全には止められないので、対策後の定期的な点検が必要である。

	(A)	(B)	(C)
(1)	ひび割れ追従性	ポリウレア樹脂	けい酸塩系表面含浸材
(2)	ひび割れ追従性	ポリウレア樹脂	シラン系表面含浸材
(3)	引張強度	エポキシ樹脂	けい酸塩系表面含浸材
(4)	引張強度	エポキシ樹脂	シラン系表面含浸材

【問題 33】

写真(A)および(B)に示す RC 造建築物の変状に対して、以下のように対策の目的が設定されている。設定した目的に対する(1)～(4)の対策の組合せのうち、適当なものはどれか。

	
<p>写真(A)：外壁のひび割れ (原因：乾燥収縮、ひび割れ幅：1.2 mm)</p>	<p>写真(B)：底のひび割れ (原因：塩害、ひび割れ幅：3.0 mm)</p>
<p>対策の目的：漏水の防止</p>	<p>対策の目的：コンクリート片の剥落防止</p>

	写真(A)	写真(B)
(1)	可とう性エポキシ樹脂を用いたシール工法	ポリマーセメントモルタルを用いた断面修復工法
(2)	シリコーン樹脂シーリング材を用いたUカット充填工法	ウレタン樹脂シーリング材を用いたUカット充填工法
(3)	可とう性エポキシ樹脂を用いたシール工法	ウレタン樹脂シーリング材を用いたUカット充填工法
(4)	シリコーン樹脂シーリング材を用いたUカット充填工法	ポリマーセメントモルタルを用いた断面修復工法

【問題 34】

電気防食工法の前処理に用いる断面修復材に関する次の記述中の(A)および(B)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

電気防食工法の対象範囲に使用する断面修復材において考慮すべき物性のひとつに、電気抵抗率が挙げられる。ポリマーセメントモルタルを用いる場合、ポリマー含有量が(A)ほど電気抵抗率が高くなるため、修復した部分で防食電流が(B)し、修復部分を含んだ周辺の防食電流の分布が不均一な状態となる。設計で期待した防食効果を安定して得るためには、断面修復材の電気抵抗率は、コンクリートと同程度であることを、事前に確認しておくといよい。

	(A)	(B)
(1)	少ない	集中
(2)	少ない	減少
(3)	多い	減少
(4)	多い	集中

【問題 35】

けい酸塩系表面含浸材の種類と施工後の含浸面の養生方法に関する記述中の(A)～(D)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。

けい酸塩系表面含浸材は、固化型と反応型に分類される。固化型の改質効果を発現させるためには、含浸面の養生期間中はコンクリートを(A)状態に保つ必要がある。固化型の主成分として、(B)などがある。反応型の改質効果を発現させるためには、含浸面の養生期間中はコンクリートを(C)状態にしておく必要がある。反応型の主成分として、(D)などがある。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	乾燥	けい酸リチウム	湿潤	けい酸ナトリウム
(2)	乾燥	けい酸ナトリウム	湿潤	けい酸リチウム
(3)	湿潤	けい酸リチウム	乾燥	けい酸ナトリウム
(4)	湿潤	けい酸ナトリウム	乾燥	けい酸リチウム

【問題 36】

コンクリート構造物の表面被覆材に用いられる2液型のエポキシ樹脂とウレタン樹脂の性質について、一般的な大小関係に関する次の(A)～(C)の適・不適の組合せとして、(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

	性 質	性質の大小関係
(A)	圧縮弾性率 (JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方)	エポキシ樹脂 > ウレタン樹脂
(B)	ひび割れ追従性 (JSCE-K 532 表面被覆材のひび割れ追従性試験方法)	エポキシ樹脂 < ウレタン樹脂
(C)	耐候性 (JSCE-K 511 表面被覆材の耐候性試験方法(案))	エポキシ樹脂 > ウレタン樹脂

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

【問題 37】

山間部に位置する道路トンネル(1968年完成)の覆工で、写真に示すようなひび割れを伴うエフロレンスが発生していた。この変状の対策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。



写真 トンネル覆工の変状

このトンネルは、完成年度から(A)工法で施工されたと判断される。この場合、(B)が支障となって覆工と背面の地山との間に空洞が残ることが多い。このために、覆工の背面を調査し、空洞が確認された場合は、深刻な変状への進展を避けるため、地盤と覆工が注入材によって密着できるように裏込め注入を実施することが重要である。背面空洞に湧水が存在し、写真のように施工規模が数m²以上に及ぶ場合には、裏込め注入材として(C)を有する(D)を選定するとよい。これに加えて、覆工巻厚、ひび割れ状況、強度の調査結果から、適切な補修、補強工法を選定して実施するとよい。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	矢板	鋼アーチ支保工 や矢板	覆工コンクリート 以上の強度	高強度型の 無収縮性モルタル
(2)	矢板	鋼アーチ支保工 や矢板	材料分離抵抗性	エアモルタルに可塑剤を 添加した可塑状注入材
(3)	吹付けロックボルト (NATM)	ロックボルト	覆工コンクリート 以上の強度	高強度型の 無収縮性モルタル
(4)	吹付けロックボルト (NATM)	ロックボルト	材料分離抵抗性	エアモルタルに可塑剤を 添加した可塑状注入材

【問題 38】

電気防食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。

RC 構造物に定電流方式の電気防食工法を長期間にわたって適用すると、通電によりコンクリート中の鉄筋表面の(A)が上昇するため、分極量または復極量が経時的に(B)することがある。そのため、電気防食管理においては、定期点検時に復極量を調査し、防食管理指標を満足する範囲内で通電量を(C)させるとよい。

	(A)	(B)	(C)
(1)	水酸化物イオン濃度	増加	減少
(2)	水酸化物イオン濃度	減少	増加
(3)	塩化物イオン濃度	増加	減少
(4)	塩化物イオン濃度	減少	増加

【問題 39】

鉄道トンネルにおける覆工コンクリートの剥落防止対策として、下図に示すような範囲のコンクリート表面に繊維シート接着工法を適用することとした。繊維シートに用いる繊維の種類として、次の(1)～(4)のうち、最も不適当なものはどれか。

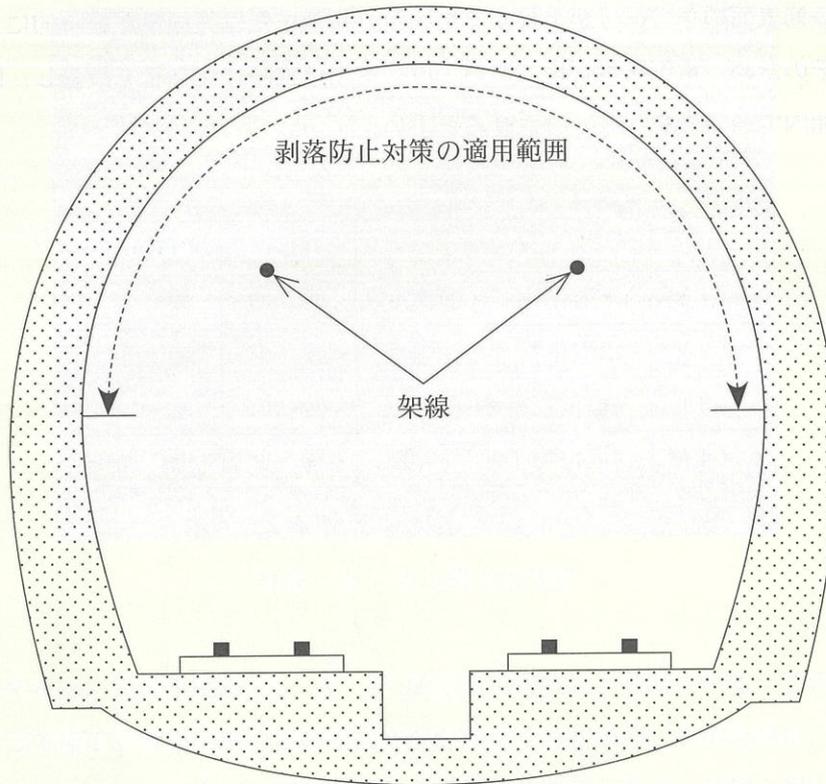


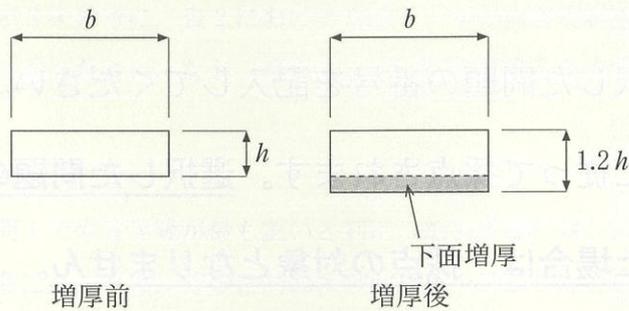
図 鉄道トンネルの断面の概要

- (1) アラミド繊維
- (2) ナイロン繊維
- (3) ポリエチレン繊維
- (4) 炭素繊維

【問題 40】

片持ち鉄筋コンクリート床版のたわみを改善するために、下面増厚工法を適用して断面を増厚した。図1に示すように、増厚後の床版厚を増厚前の1.2倍とした場合、図2に示す荷重Pによる増厚後の床版自由端のたわみ量として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

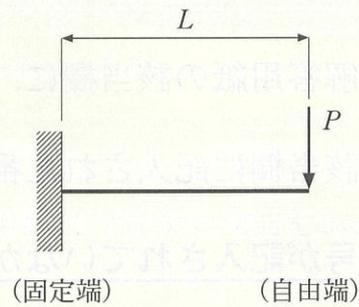
ただし、既設の床版コンクリートと増厚コンクリートはコンクリート断面のみの弾性体として、完全に一体化しているものとし、両者のヤング係数は同一とする。また、自重、ひび割れ、乾燥収縮およびクリープの影響は全て無視する。



増厚前

増厚後

図1 断面図



(固定端)

(自由端)

図2 荷重状況

- (1) 増厚前の約 85 %
- (2) 増厚前の約 70 %
- (3) 増厚前の約 60 %
- (4) 増厚前の約 45 %

[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

RC造2階建て建築物で火災が発生した。火害を受けたRC造建築物と火災の概要を表1に示す。建築物内部の各所に関し、鎮火後に目視および打音による火害調査を行ったところ、代表的な被災の状況は表2に示すとおりであった。

表1および表2から判断される各所の変状に関して、以下の問に合計1000字以内で答えなさい。

[問 1]

表3を参考に、表2における写真1～4の火害等級をそれぞれの写真毎に判定し、その理由とともに述べなさい。なお、写真1～4は互いに異なる火害等級に区分される。

[問 2]

問1で火害等級が最も重いと判定した被災部に対し、追加調査として行うべき項目を重要と考える順に3つ挙げ、その目的および留意点を列記しなさい。

[問 3]

問2で調査した被災部に対し、本建築物を今後30年供用するために必要な補修・補強方法を提案しなさい。なお、最終的な仕上げについては考慮しなくてよい。

表1 RC造建築物と火災の概要

建築物の概要	建設年	1990年
	構造・階数	RC造2階建て(延床面積2500m ²)
	建築物用途	1階：工場，倉庫(可燃物有り) 2階：事務室，工場
	コンクリート仕様	設計基準強度：24N/mm ²
		水セメント比：56%
セメント種類：普通ポルトランドセメント		
骨材：硬質砂岩碎石，山砂		
火災の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・1階倉庫の電気ケーブルより出火し，鎮火までおおよそ6時間が経過 ・被災は1階を中心に建築物全体に及んだ 	

表2 調査結果および被災の状況

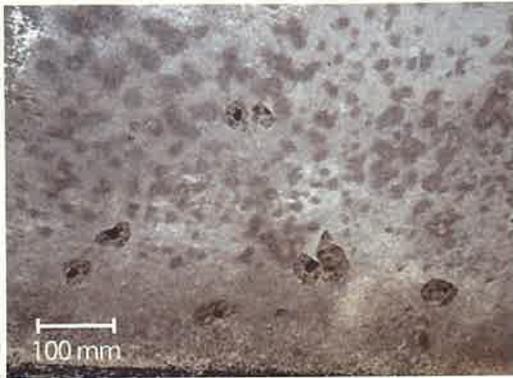
写真番号および被災部の状況	コンクリートの変状	その他の情報
 <p>写真1 2階事務室の壁</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・微細なひび割れ 	<ul style="list-style-type: none"> ・内装用木材が炭化 ・被災前の変状はなし
 <p>写真2 2階事務室の天井</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・最大幅0.3mm程度のひび割れ ・ポップアウトや浮きが多数(ポップアウトの深さは最大10mm程度) 	<ul style="list-style-type: none"> ・被災前の変状はなし
 <p>写真3 1階倉庫の天井・梁</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・最大幅0.7mm程度のひび割れ ・梁の隅角部で広範囲の浮きと剥落(剥落による欠落部分の厚さは最大40mm程度) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブルラックが脱落 ・被災前の変状はなし
 <p>写真4 1階工場の天井・梁</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・微細なひび割れ 	<ul style="list-style-type: none"> ・配線の被覆が軟化 ・被災前の変状はなし

表3 火害等級と状況

損傷の程度	火害等級	状 況
軽 微	I 級	無被害の状態
	II 級	表層に限定される被害がある状態
↓	III 級	表面から鉄筋までの位置に被害がある状態
	IV 級	主筋との付着に支障のある被害がある状態
	V 級	鉄筋の露出大などの被害がある状態
重 い		

問題Ⅱ

図1および図2に示すのは、北関東の内陸部に位置するRC中空床版橋である。本橋梁は供用開始から50年が経過しており、その概要を表1に示す。

舗装上面に局所的な変状が頻発するような状況であったため、舗装を撤去したところ、床版上面のA部に写真1に示す変状が見られ、その真下に当たる床版下面側のB部では写真2に示す変状が見られた。そこで、当該箇所の床版に対して調査を実施したところ、表2のような結果が得られた。

さらに、この橋梁の桁端部のC部では写真3に示す変状が認められた。

本橋梁は今後30年間供用する予定である。この橋梁に関して、以下の問いに合計1000字以内で答えなさい。

[問 1]

上部工のA部、B部、C部の変状の原因をそれぞれ推定し、その推定理由を列挙しなさい。
また、A部において変状が局所的に進行した理由を記述しなさい。

[問 2]

本橋梁への対策を立案するにあたって、A部、B部、C部のそれぞれに対して必要な調査方法を選定し、調査目的を述べなさい。

[問 3]

問2を踏まえてA部、B部、C部のそれぞれに必要な対策を提案しなさい。

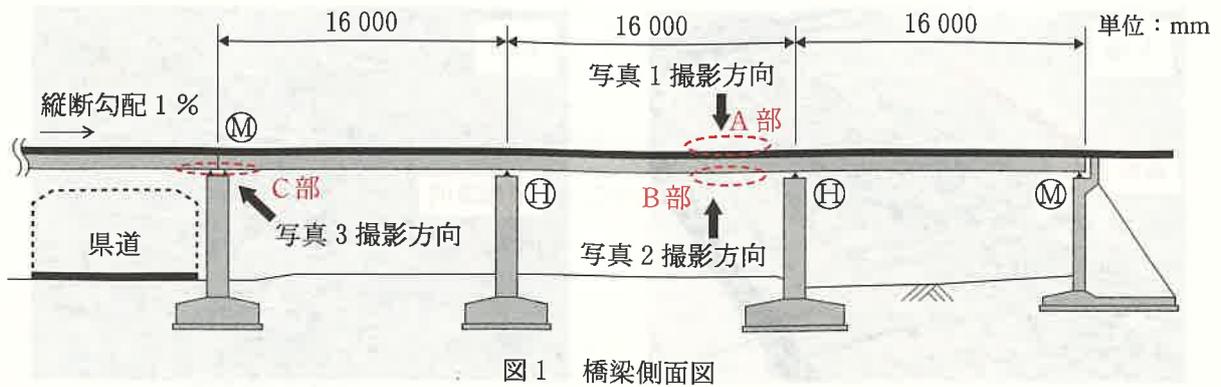


図 1 橋梁側面図

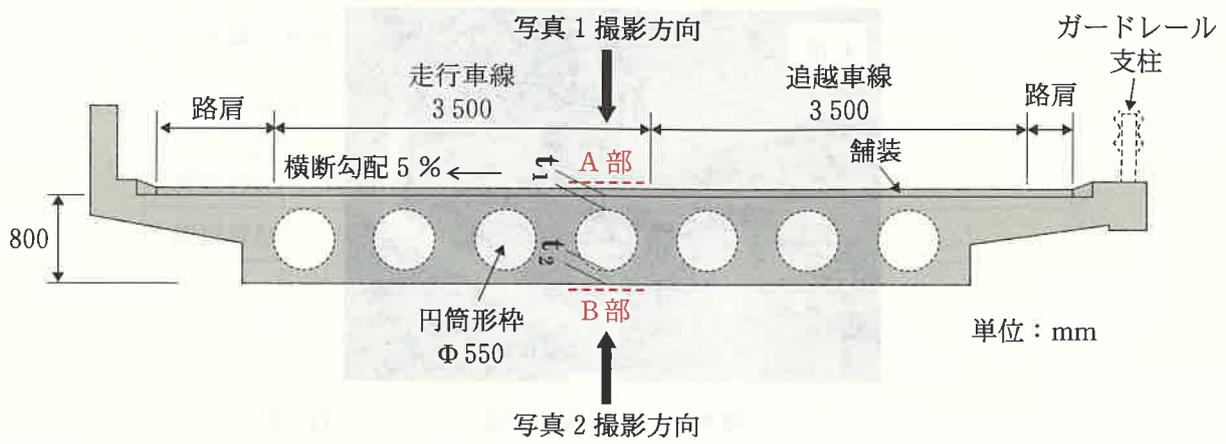


図 2 RC中空床版橋断面図



写真1 舗装撤去後の中空床版上面の状況

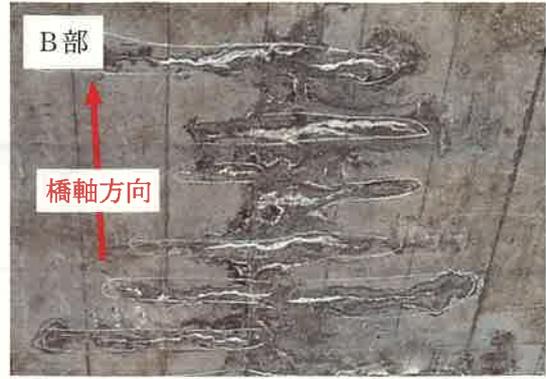


写真2 中空床版下面の状況



写真3 桁端部の状況

表1 橋梁概要

項目	内容
橋梁形式	RC3 径間連続中空床版橋 (3 @ 16 m)
適用示方書	昭和 39 年道路橋示方書
コンクリートの設計基準強度	24 N/mm ²
施工方法	固定式支保工
円筒型枠上下のコンクリートの厚さ	設計値 : $t_1 = 150$ [mm], $t_2 = 100$ [mm]
舗装厚さ	$t = 75$ [mm]
防水層の有無	なし
交通の状況	交通量 : 35,000 台/日 大型車混入率 : 30 %
凍結防止剤の散布	あり
使用骨材	川砂利, 川砂

表2 調査結果

項目	内容
円筒型枠上下のコンクリートの厚さ	実測値 : $t_1 = 60 \sim 150$ [mm], $t_2 = 100 \sim 190$ [mm]
B 部表面の全塩化物イオン濃度	最大 1.2 kg/m ³
骨材の反応性	無 害