

【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。

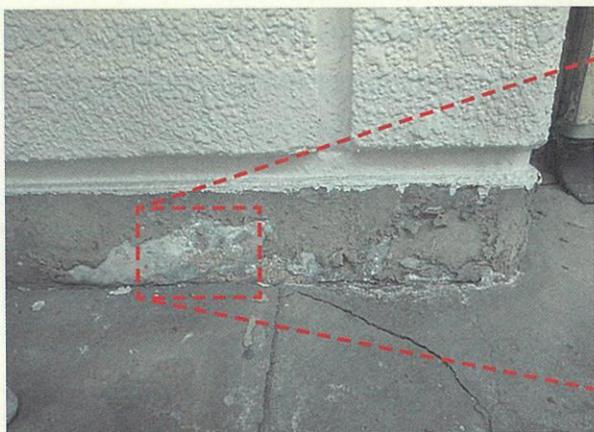


写真1



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】

【85 設問】

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】

【75 設問】

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

(C)	(B)	(A)	
水酸化ナトリウム	炭酸ナトリウム	硝酸ナトリウム	(1)
水酸化カルシウム	炭酸カルシウム	硝酸カルシウム	(2)
水酸化ナトリウム	炭酸ナトリウム	硝酸ナトリウム	(3)
水酸化カルシウム	炭酸カルシウム	硝酸カルシウム	(4)

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

【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。

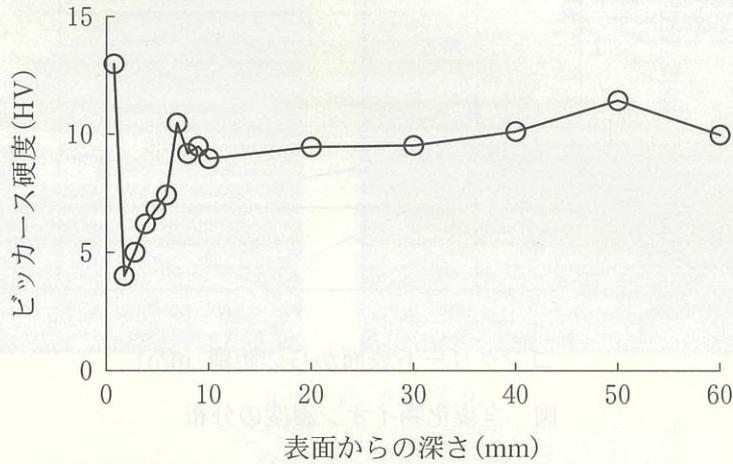


図 ビッカース硬度の調査結果

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。

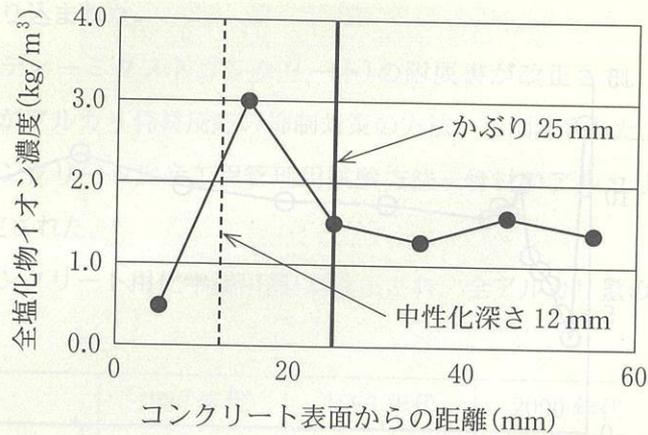


図 全塩化物イオン濃度の分布

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

【問題 31】

【98 歳問】

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。

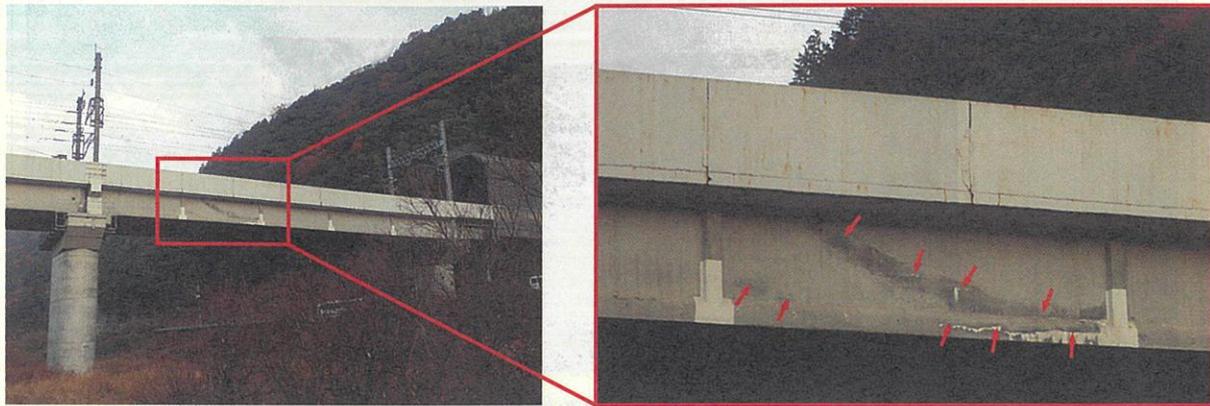


写真 PC桁の変状

- (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

(C)	(B)	(A)	
鉄骨合面表系鉄筋付付	鋼骨マシウリホ	鉄骨合面鉄筋付付	(1)
鉄骨合面表系鉄筋付付	鋼骨マシウリホ	鉄骨合面鉄筋付付	(2)
鉄骨合面表系鉄筋付付	鋼骨マシウリホ	鉄骨合面鉄筋付付	(3)
鉄骨合面表系鉄筋付付	鋼骨マシウリホ	鉄骨合面鉄筋付付	(4)

【問題 32】

【18 級間】

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。

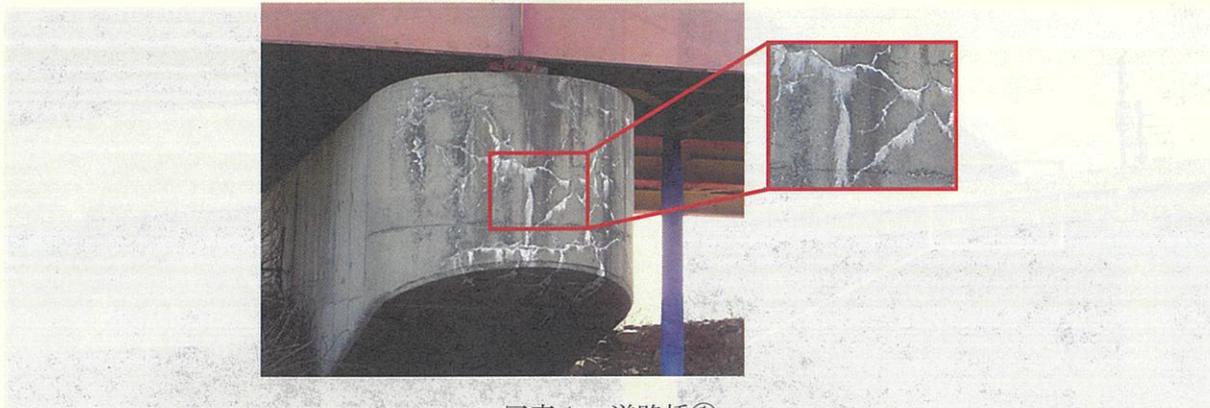


写真1 道路橋①

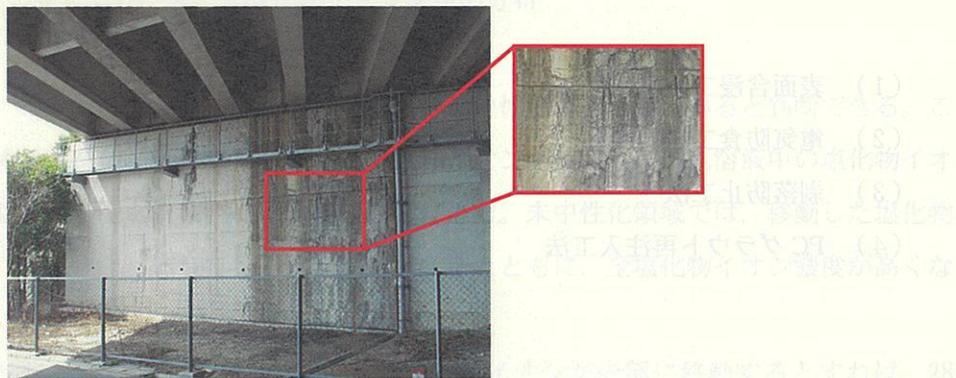


写真2 道路橋②

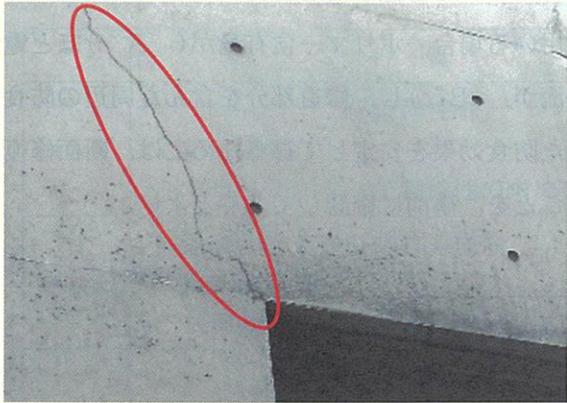
写真1は、橋脚張出し部に生じたひび割れであり、劣化の進行を抑制する対策として、水分の供給を遮断する必要がある。今後の劣化の進行を考慮すると遮水性能に加え、(A)に優れる(B)を基材とする表面被覆工法を選定した。一方、写真2は、橋台前面に生じたひび割れであり、伸縮装置からの漏水のコンクリート中への浸透を防止すると共に、背面からの水分供給に対して透湿性を有する(C)を用いた工法を選定した。いずれも劣化の進行を完全には止められないので、対策後の定期的な点検が必要である。

	(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】

(N 級問)

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。

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

	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

(D)	(C)	(B)	(A)	
△ウレタン樹脂	断 断	△ウレタン樹脂	断 断	(1)
△ウレタン樹脂	断 断	△ウレタン樹脂	断 断	(2)
△ウレタン樹脂	断 断	△ウレタン樹脂	断 断	(3)
△ウレタン樹脂	断 断	△ウレタン樹脂	断 断	(4)

【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】

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

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
① 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	① 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	① 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	① 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	(1)
② 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	② 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	② 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	② 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	(2)
③ 耐候性 JSCE-K 511 表面被覆材の耐候性試験方法(案)	③ 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	③ 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	③ 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	(3)
④ 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	④ 耐候性 JSCE-K 511 表面被覆材の耐候性試験方法(案)	④ 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	④ 圧縮弾性率 JIS K 7181 プラスチック—圧縮特性の求め方	(4)

【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ッセ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 m^2 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。

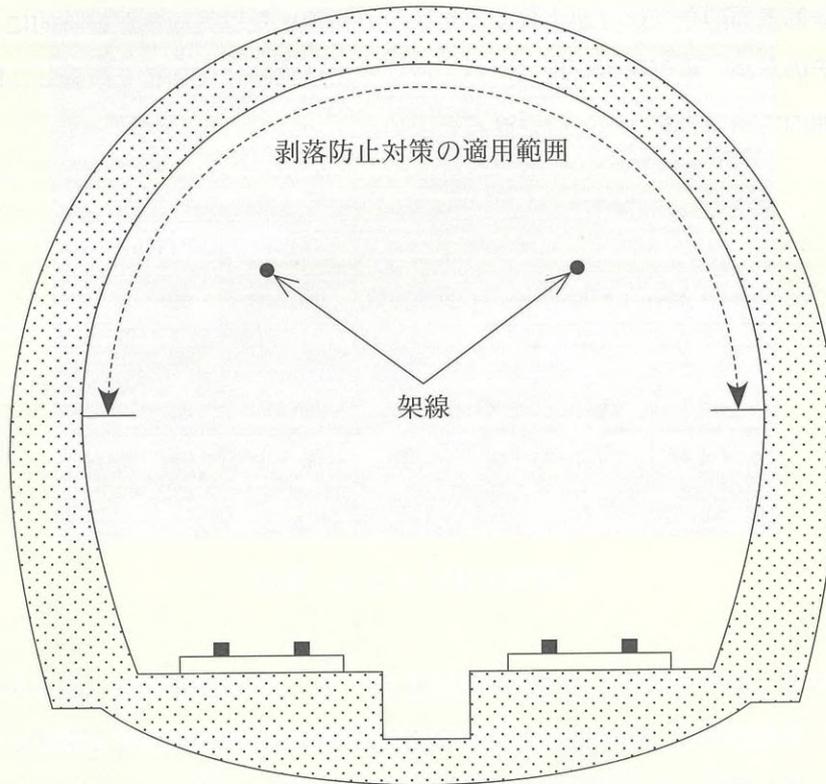


図 鉄道トンネルの断面の概要

- (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。

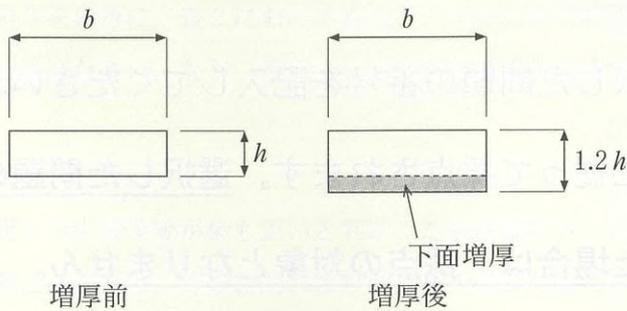


図1 断面図

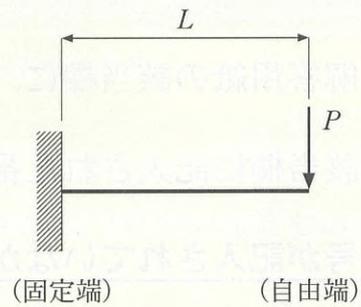


図2 荷重状況

- (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

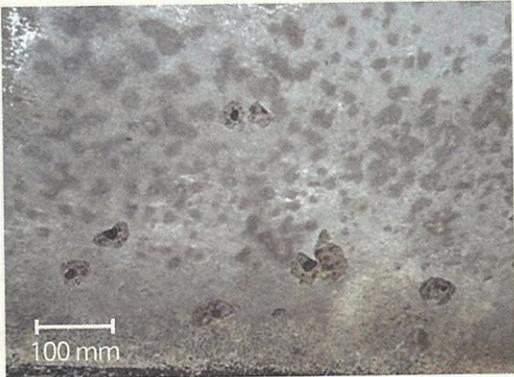
写真番号および被災部の状況	コンクリートの変状	その他の情報
 <p>写真1 2階事務室の壁</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・微細なひび割れ 	<ul style="list-style-type: none"> ・内装用木材が炭化 ・被災前の変状はなし
 <p>写真2 2階事務室の天井</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・最大幅0.3mm程度のひび割れ ・ポップアウトや浮きが多数(ポップアウトの深さは最大10mm程度) 	<ul style="list-style-type: none"> ・被災前の変状はなし
 <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
重 い	V 級	鉄筋の露出大などの被害がある状態

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、当該箇所を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 1 000 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。

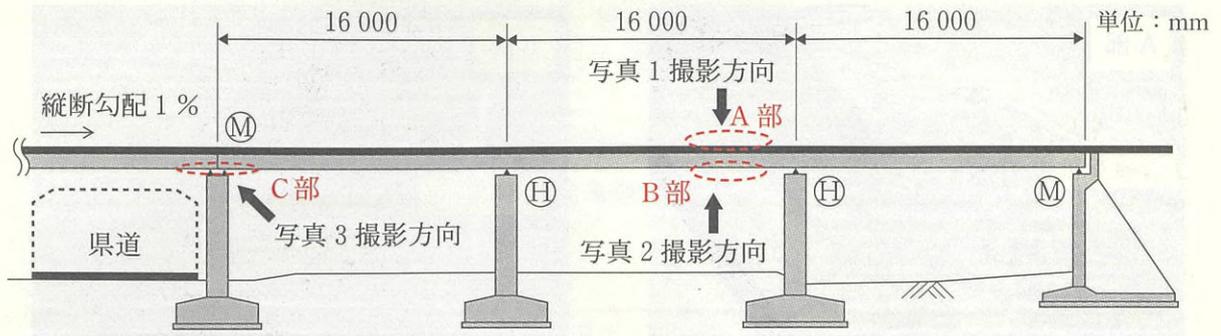


図 1 橋梁側面図

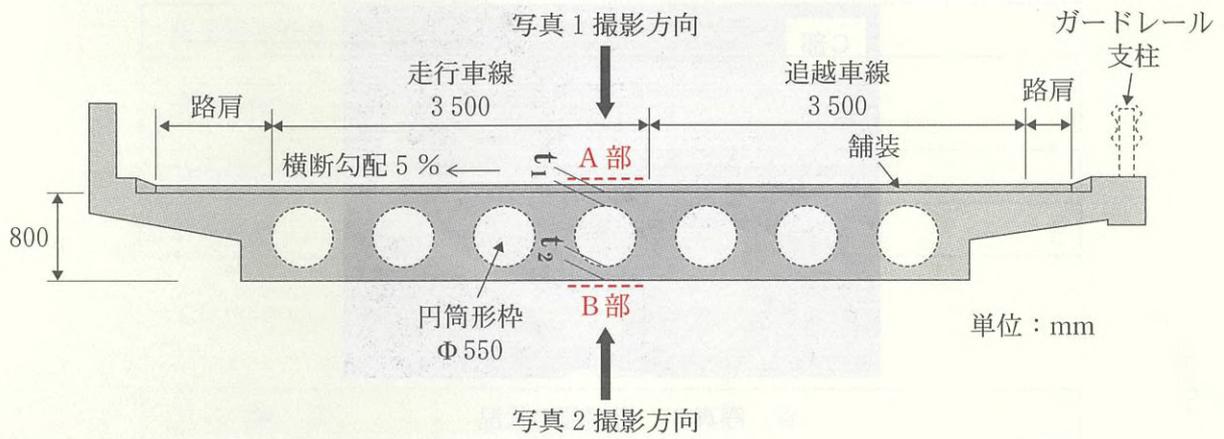


図 2 RC 中空床版橋断面図

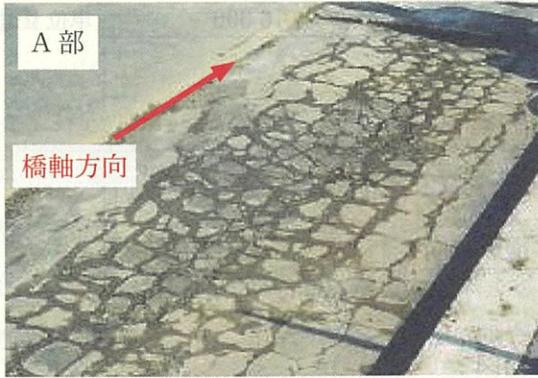


写真1 舗装撤去後の中空床版上面の状況

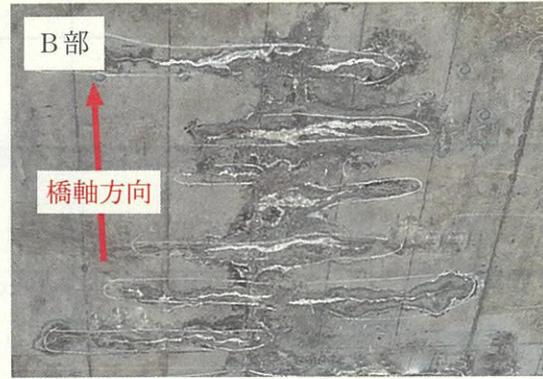


写真2 中空床版下面の状況



写真3 桁端部の状況

表1 橋梁概要

項目	内容
橋梁形式	RC 3 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