

問 題 (診 断 士)

[解答作成の注意事項]

1. 試験係員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]

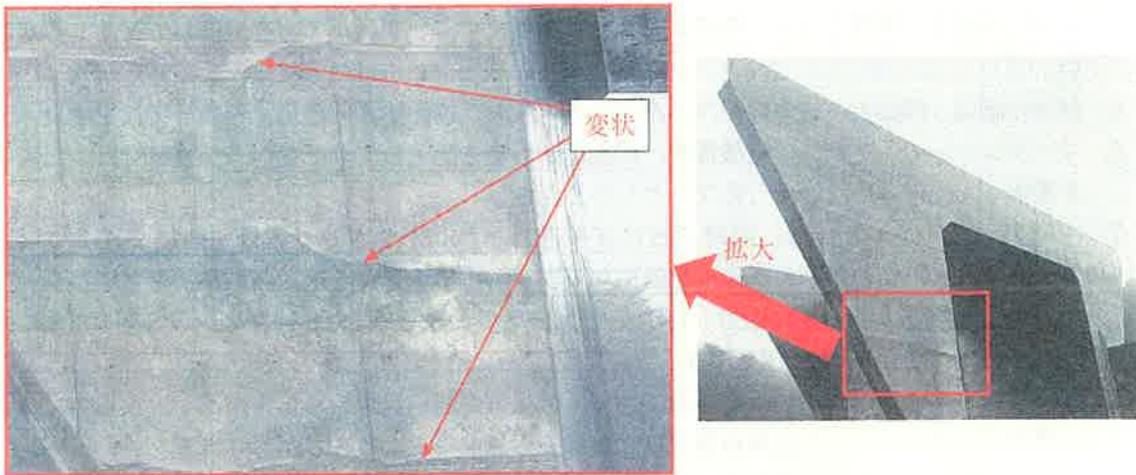
1. 試験開始の合図の後、ただちにページ数の過不足および印刷の不鮮明なところがないことを確かめてください。過不足等があったら取り替えますので、手をあげて申し出てください。
 2. 試験問題の内容についての質問には、お答えできません。
 3. 計算機(小型無音で、四則演算程度(平方根、数値メモリは含む)までしかできないもの)の使用はさしつかえありません。ただし、前記の演算機能以外の、関数演算や式あるいは文章等を記憶する機能を有する機器(例えば、関数電卓、ポケットコンピュータ、スマートフォン、携帯電話、電子手帳等)は、使用を禁止します。
 4. この試験の解答時間は、試験開始の合図があつてから3時間です。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、手をあげて試験係員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、試験係員が解答用紙を回収した後、試験係員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。
- ・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】

脱型直後の RC ボックスカルバートのウイングに、写真に示すような変状が認められた。変状の発生要因に関する次の記述(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。

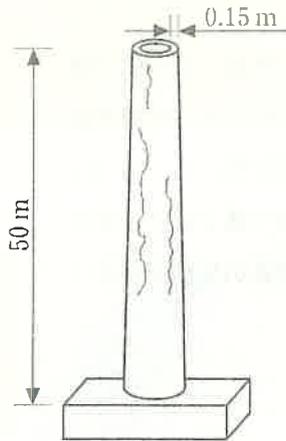


- (A) 打重ね時間間隔が長い
- (B) コンクリート打込み時の自由落下高さが低い
- (C) 内部振動機の挿入深さが浅い

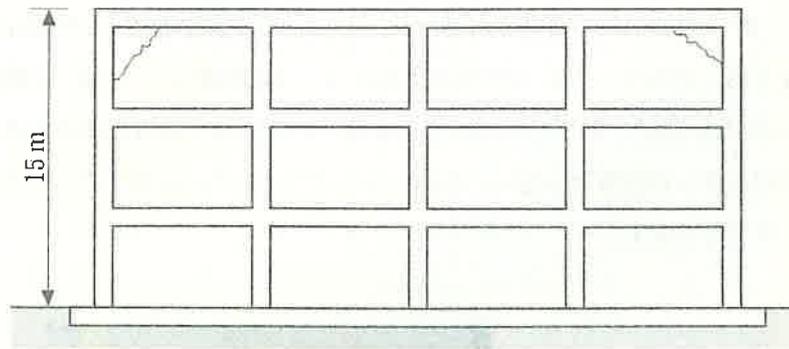
	(A)	(B)	(C)
(1)	適	不適	適
(2)	適	不適	不適
(3)	適	適	不適
(4)	不適	不適	不適

【問題 2】

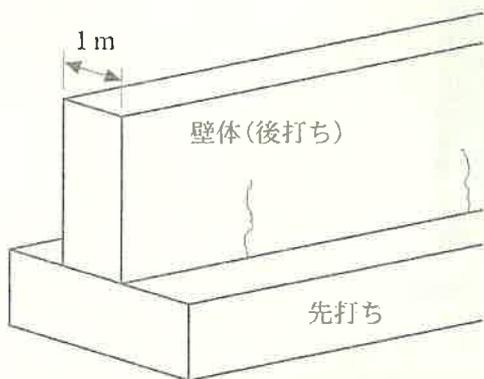
次の(1)～(4)の図に示す RC 構造物に発生したひび割れのうち、温度変化を主因として発生したものとは考えられないものはどれか。



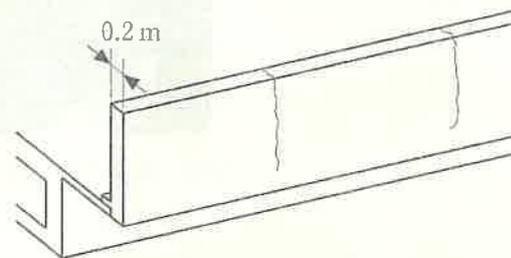
(1) 煙突の筒体



(2) 無開口の倉庫外壁



(3) 擁壁の壁体



(4) 橋梁の高欄

【問題 3】

脱型直後のコンクリート表面が写真に示すように青緑色を呈していた。青緑色を生じた理由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。

この呈色は、(A)を使用したコンクリートの脱型直後に見られる現象である。(A)は(B)雰囲気下で製造されるため、(A)に含まれる Fe や Mn は酸化数が小さい状態で存在する。そして(A)が含有する(C)に起因して(B)状態が維持され、(C)と Fe や Mn が反応するため青緑色となる。この色は空気中に曝されると短時間で薄くなり、強度や耐久性への影響は小さい。なお、コンクリートから採取したコアの表面に同様の呈色が認められることもある。

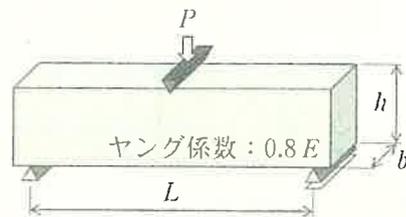


写真 脱型直後のコンクリート表面の状況

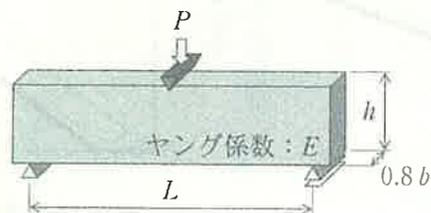
	(A)	(B)	(C)
(1)	高炉スラグ微粉末	還元	硫化物
(2)	高炉スラグ微粉末	酸化	未燃炭素
(3)	フライアッシュ	還元	未燃炭素
(4)	フライアッシュ	酸化	硫化物

【問題 4】

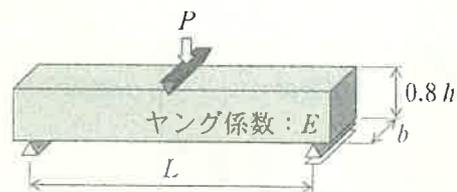
単純支持された(A)～(C)の梁に集中荷重(P)が作用した際の、スパン中央のたわみの大小関係を示した次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。ただし、梁はいずれも矩形断面(高さ $0.8h$ または h 、幅 $0.8b$ または b)とし、せん断変形を考慮しない弾性体(ヤング係数 $0.8E$ または E)とする。なお、荷重はスパン(L)の中央に作用し、自重によるたわみは無視することとする。



(A)



(B)

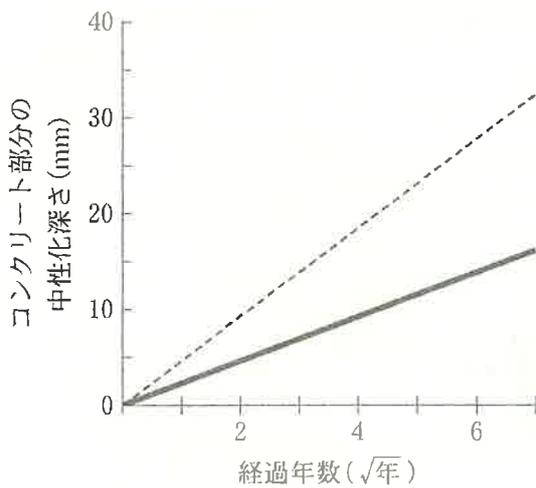


(C)

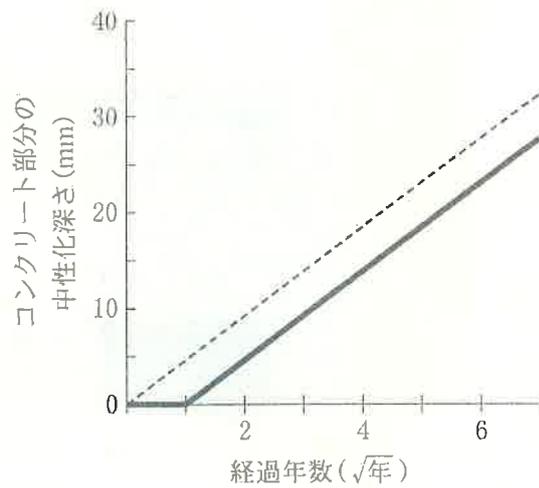
- (1) (A) < (B) < (C)
- (2) (A) < (B) = (C)
- (3) (A) = (B) < (C)
- (4) (A) = (B) = (C)

【問題 5】

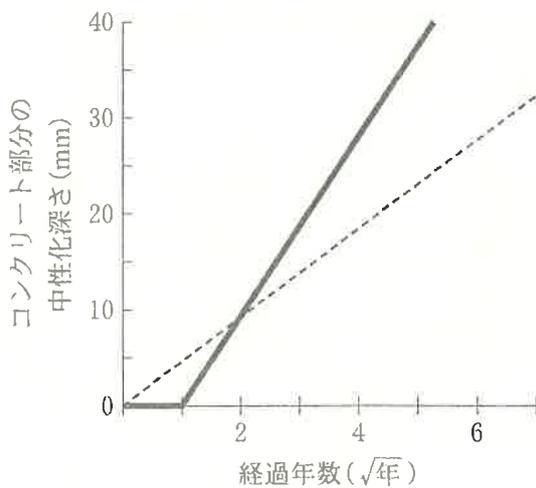
水セメント比が50%のコンクリートに、中性化速度係数がコンクリートの0.5倍のポリマーセメントモルタルによる仕上げ(塗厚さ5mm)を施した。このときの仕上げ下部のコンクリート部分の中性化深さの進行予測(図中の実線)として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。なお、ポリマーセメントモルタルの剥離はないものとし、コンクリートとポリマーセメントモルタルの中性化の進行は \sqrt{t} 則にしたがうものとする。また、仕上げの無いコンクリートの中性化進行予測(図中の破線)を比較として示している。



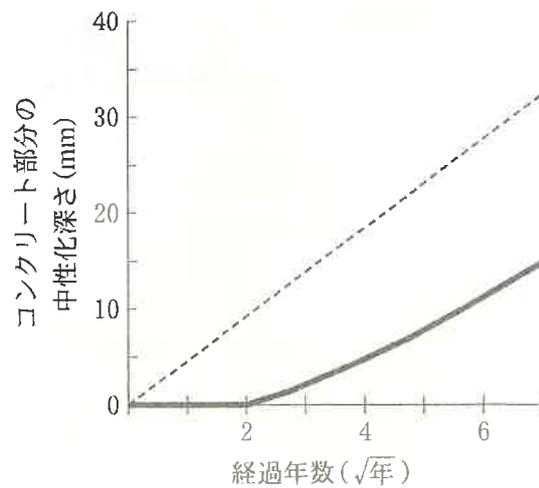
(1)



(2)



(3)



(4)

【問題 6】

図1に示す海洋コンクリート構造物のP部(●)とQ部(○)における鉄筋のアノード分極曲線とカソード分極曲線を図2に示す。これらの図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。

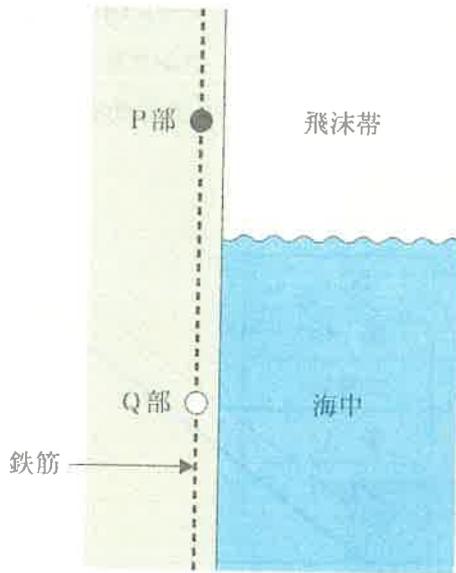


図1 海洋コンクリート構造物

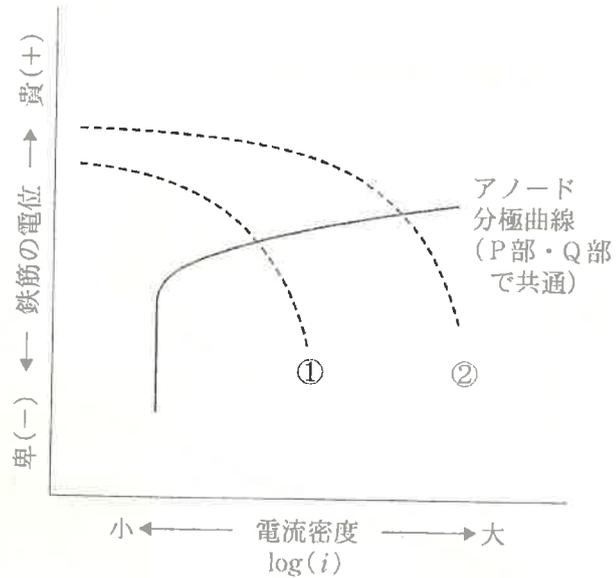


図2 鉄筋の分極曲線

コンクリート中の鉄筋の腐食速度は、一般に(A)の影響が大きいカソード分極曲線と、アノード分極曲線の交点に対応する電流密度の大きさにより決まる。図2における①は(B)、②は(C)のカソード分極曲線である。

	(A)	(B)	(C)
(1)	酸素供給量	P 部	Q 部
(2)	酸素供給量	Q 部	P 部
(3)	塩化物イオン濃度	P 部	Q 部
(4)	塩化物イオン濃度	Q 部	P 部

【問題 7】

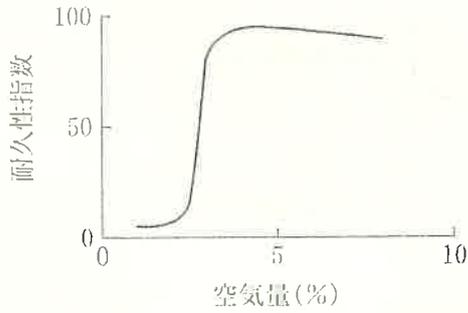
エトリンガイトの遅延生成(Delayed Ettringite Formation : DEF)に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

アルカリシリカ反応とひび割れの形態が似ているコンクリートの変状として、DEFによるひび割れがあり、海外で多くの事例が報告されている。また国内では、コンクリート中に内在する(A)が多く、プレキャストコンクリートなどの養生温度が(B)場合で、コンクリートに水分の供給が十分にある場合に発生の危険性があるとされている。また、アルカリ含有量の(C)場合に促進されることがある。

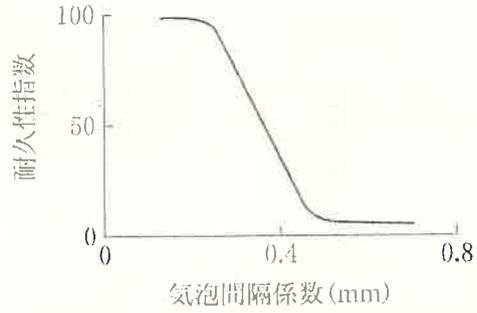
	(A)	(B)	(C)
(1)	塩化物イオン	低い	多い
(2)	硫酸イオン	低い	少ない
(3)	硫酸イオン	高い	多い
(4)	塩化物イオン	高い	少ない

【問題 8】

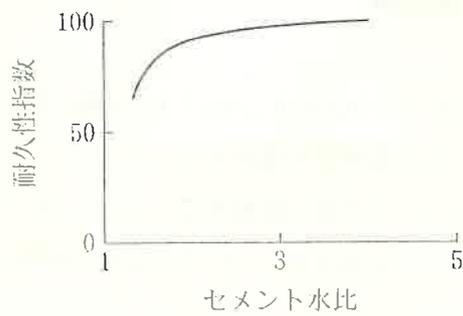
コンクリートの耐凍害性に及ぼす各種要因の影響を示した次の(1)~(4)の概念図のうち、不適当なものはどれか。ただし、(1)、(2)、(4)のコンクリートの水セメント比は50%、(3)および(4)の空気量は4.5%とする。



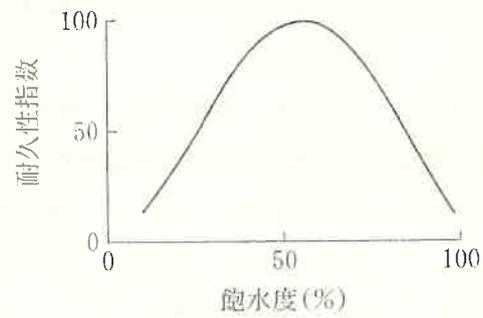
(1)



(2)



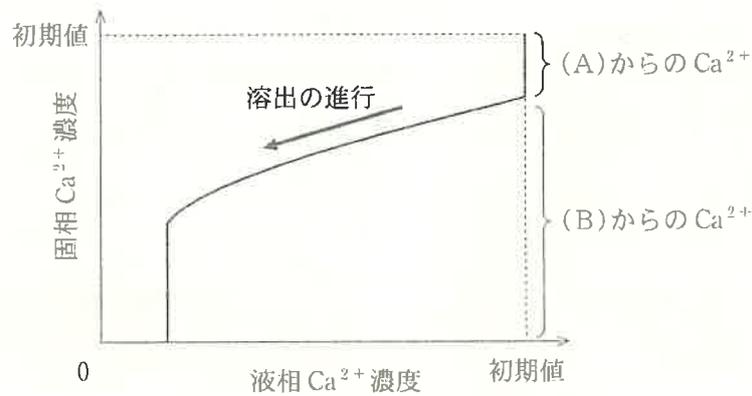
(3)



(4)

【問題 9】

ダムや用水路の水利構造物では、コンクリートからのカルシウム成分の溶出が問題になる。カルシウム成分の溶出に関する次の模式図および記述中の(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。



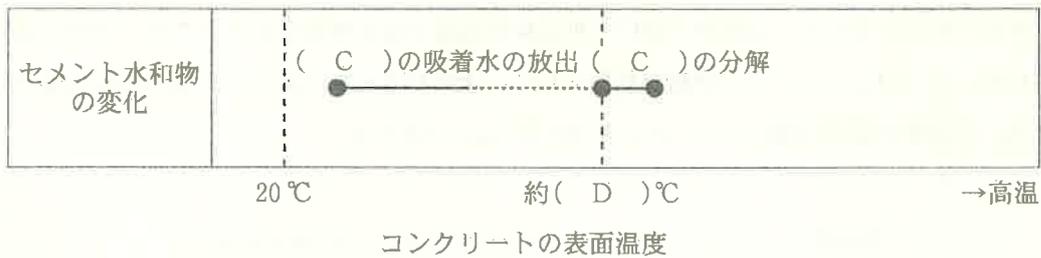
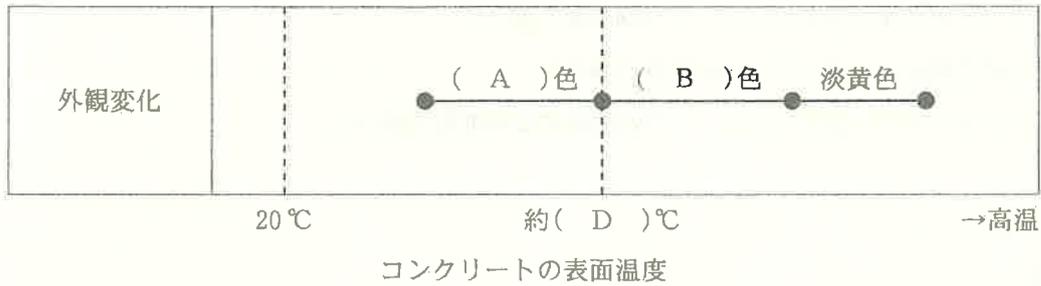
カルシウム成分の溶出の模式図

コンクリート表面が水と接触すると、細孔溶液中のカルシウムイオン(Ca^{2+})と水酸化物イオン(OH^-)が溶出し、表面と内部との濃度差が生じる。この濃度差を緩和するために、(A)が溶解して生じた細孔溶液中の Ca^{2+} と OH^- がコンクリート表面に移動する。次に(B)からのカルシウムの溶脱が進み、固相 Ca^{2+} 濃度がある値以下になると(B)の分解が急激に進んで(C)に変化し脆弱化する。

	(A)	(B)	(C)
(1)	シリカゲル	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	C-S-H
(2)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	C-S-H	シリカゲル
(3)	C-S-H	シリカゲル	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
(4)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	シリカゲル	C-S-H

【問題 10】

下図は火害を受けたコンクリートの表面温度の変化に伴う、コンクリート表層の外観変化およびセメント水和物の変化の例を示した概念図である。図中の(A)～(D)に当てはまる(1)～(4)の語句および数値の組合せのうち、適当なものはどれか。



	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	ピンク	灰 白	C-S-H	600
(2)	ピンク	灰 白	エトリンガイト	400
(3)	灰 白	ピンク	C-S-H	400
(4)	灰 白	ピンク	エトリンガイト	600

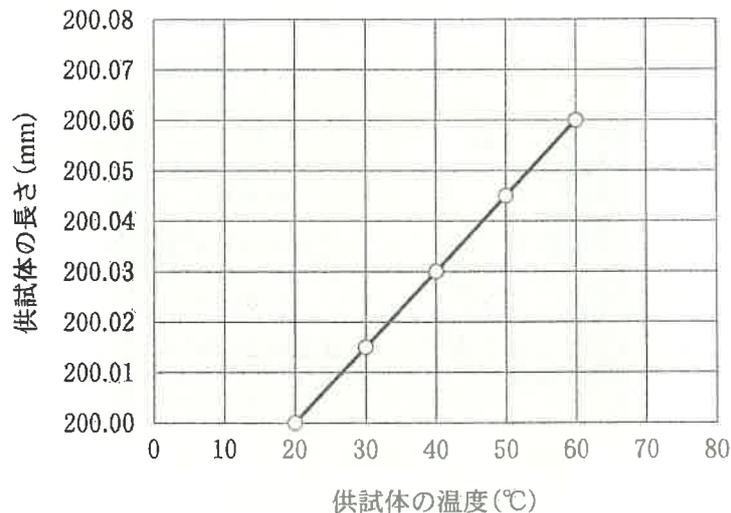
【問題 11】

RCボックスカルバートの側壁部において、脱型時にひび割れが認められた。このひび割れの調査に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) デジタルカメラを用いて、ひび割れ間隔を調べた。
- (2) クラックスケールを用いて、ひび割れ幅を調べた。
- (3) 電磁誘導法により、ひび割れ深さを調べた。
- (4) コンタクトゲージ法により、ひび割れ幅の経時変化を調べた。

【問題 12】

骨材の種類がコンクリートの熱膨張係数に及ぼす影響を調べるため、コンクリート構造物からコアを採取し供試体とした。試験室において供試体の温度と長さを測定したところ、下図の結果が得られた。このコンクリートの熱膨張係数として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。なお、供試体の基長は温度 20℃ のとき 200.00 mm であった。



- (1) $7.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
- (2) $7.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- (3) $15 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
- (4) $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

【問題 13】

RC構造物において、写真(A)～(C)に示すような変状が認められた。この原因を推定するために優先的に実施すべき次の調査項目に関する適・不適の組合せとして、(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

	
<p>写真(A)：橋脚張出し部に生じた網目状のひび割れ</p>	<p>写真(B)：トンネル内面に生じた白色の析出物(炭酸カルシウム)</p>
<p>調査項目：地震の履歴</p>	<p>調査項目：背面空洞の有無</p>


<p>写真(C)：住宅基礎に生じた白色の析出物(硫酸ナトリウム)</p>
<p>調査項目：土壌中の化学成分</p>

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

【問題 14】

健全性の低下が懸念される、寒冷地の鋼道路橋 RC 床版の調査項目に対して適用する調査・測定方法として、次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。

	調査項目	調査・測定方法
(1)	防水層の有無	施工記録の調査
(2)	塩化物イオン量	アコースティックエミッション(AE)法による測定
(3)	水平ひび割れの有無	電磁波レーダー法による調査
(4)	たわみ	レーザードップラーによる測定

【問題 15】

RC 構造物から採取した鉄筋の腐食量を測定するための処理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) 鉄筋の採取後、直ちに測定ができなかったため、鉄筋をデシケータ内で乾燥保存した。
- (B) 温度 60℃ の 10% クエン酸水素二アンモニウム溶液に鉄筋を浸漬し、腐食生成物を除去した。
- (C) 腐食生成物を除去した鉄筋を水洗いし、直ちに温風乾燥させた。

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

【問題 16】

RC 橋脚の健全性評価を行う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) 残存するかぶり(厚さ)を計測するため、四電極法を用いた。
- (B) コンクリート中の鋼材の腐食速度を推定するため、分極抵抗法を用いた。
- (C) 中性化深さを測定するため、採取したコアの割裂面にフェノールフタレイン溶液を噴霧した。

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

【問題 17】

JISA 1155 : 2012(コンクリートの反発度の測定方法)に従ってコンクリートの反発度を測定したところ、当初の9個の反発度の測定結果は下表のとおりであった。この結果の採否に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。ただし、コンクリートの乾燥状態や打撃方向等による反発度の補正については考慮しなくてよい。

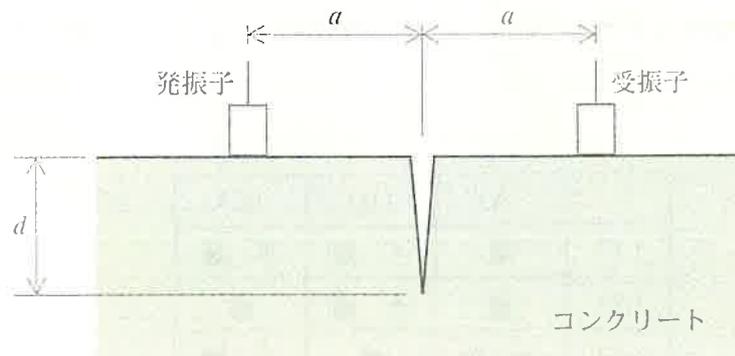
表 当初の反発度の測定結果

37	43	34
34	36	33
35	37	26

- (1) 測定値 43 と 26 を採用せず、これらに替わる測定値を補うこととした。
- (2) 測定値 43 のみを採用せず、これに替わる測定値を補うこととした。
- (3) 測定値 26 のみを採用せず、これに替わる測定値を補うこととした。
- (4) 全ての測定値を有効として採用した。

【問題 18】

下図のようにコンクリートのひび割れ深さを超音波法により推定する。発振子および受振子からひび割れまでの距離 a と、測定された超音波の伝播時間 t の(1)～(4)の組合せのうち、ひび割れ深さ d の推定値が最も大きいものはどれか。ただし、コンクリート中の超音波伝播速度は 4000 m/s とする。



	発振子および受振子から ひび割れまでの距離 a (mm)	測定された超音波の伝播時間 t (μs)
(1)	150	100
(2)	150	80
(3)	100	100
(4)	100	80

【問題 19】

硬化コンクリートの単位セメント量の推定にあたって、コンクリートの使用材料と溶解液の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

	コンクリートの使用材料		溶解液
	セメントの種類	骨材の岩種	
(1)	普通ポルトランドセメント	硬質砂岩	グルコン酸ナトリウム溶液
(2)	普通ポルトランドセメント	石灰岩	希塩酸
(3)	フライアッシュセメントB種	硬質砂岩	希塩酸
(4)	フライアッシュセメントB種	石灰岩	グルコン酸ナトリウム溶液

【問題 20】

劣化原因を推定するための測定方法および測定機器と、これらの測定データ例を示した次の(1)～(4)の組合せのうち、不適当なものはどれか。

	測定方法および測定機器	測定データ例
(1)	衝撃弾性波法	
(2)	超音波法	
(3)	走査型電子顕微鏡 (SEM)	
(4)	粉末 X 線回折法 (XRD)	

【問題 21】

竣工後 10 年を経過した RC 造建築物の外壁に顕著な凍害が見られた。コンクリートの耐凍害性を把握するため、コアを採取してリニアトラバース法により空気量を推定したところ 2.0 % であった。施工記録から、このコンクリートの受入検査時の空気量は 4.5 % 以上であったことが確認されている。硬化後のコンクリートの空気量が少ないことに関し、考えられる施工上の要因として、次の(1)～(4)のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) 出荷から打込み終了までの時間
- (2) ポンプ圧送距離
- (3) 内部振動機による締固め時間
- (4) 型枠中への打込み速度

【問題 22】

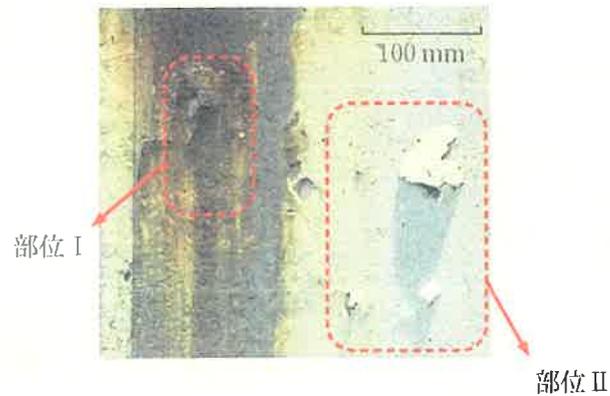
北陸地方にあるコンクリート製堤防のパラペット部(高さ約 1 m)において、写真に示すようなひび割れ(幅約 1 cm)が生じていた。このひび割れの主たる原因として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



- (1) コールドジョイント
- (2) 気温変化・日射による温度応力
- (3) 塩害
- (4) アルカリシリカ反応

【問題 23】

RC造建築物の外壁に、写真に示すような変状(ポップアウト)が生じていた。特に部位Ⅰは部位Ⅱと異なり、錆汁を伴うポップアウトであった。こ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。



これらの変状の原因は、骨材中に含まれる(A)に起因して生成した(B)であると考えられる。部位Ⅰの変状は、(C)の供給が多かったため、(B)がコンクリート表面に滲出したものであると判断した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	反応性シリカ鉱物	アルカリシリカ反応生成物	水分
(2)	硫化鉄	腐食生成物	水分
(3)	反応性シリカ鉱物	腐食生成物	アルカリ分
(4)	硫化鉄	アルカリシリカ反応生成物	アルカリ分

【問題 24】

図1に示す1980年に施工されたRC橋脚の張出し部のコンクリートに、ひび割れが発生していた。この部分のコンクリートをはつたところ、図2に示す位置のせん断補強筋の曲げ加工部に写真に示すような亀裂が見られた。この亀裂が生じた主要原因として次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

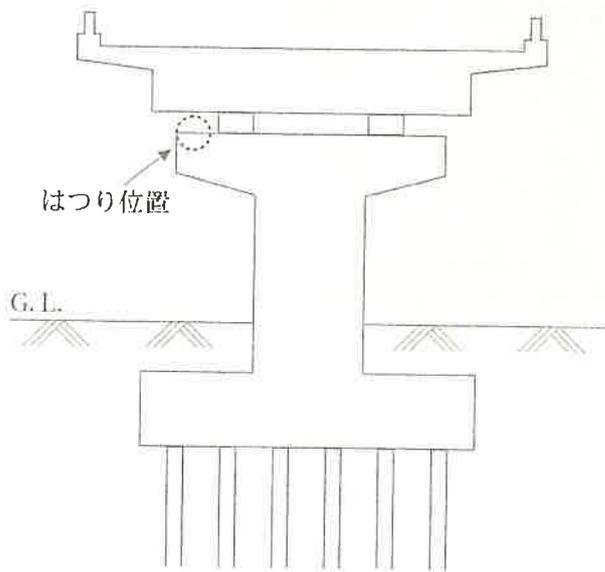


図1

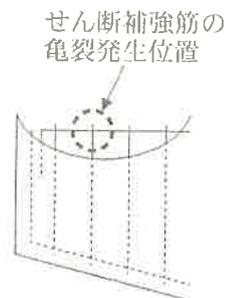


図2

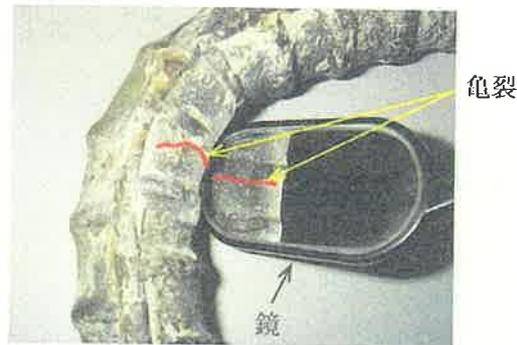


写真 曲げ加工部の亀裂

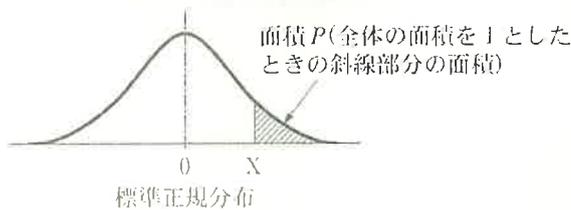
- (1) 活荷重による鉄筋の疲労
- (2) コンクリートのクリープ
- (3) コンクリートのアルカリシリカ反応
- (4) セメントの水和熱

【問題 25】

建設後 16 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 10 mm)、中性化深さの平均値は 20 mm であった。建設後 25 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見なしてよい。また、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、環境条件は変化しないものとする。

- (1) 15.9 %
- (2) 6.7 %
- (3) 2.3 %
- (4) 0.6 %



標準正規分布表

正規偏差 X	面積 P
1.0	0.159
1.5	0.067
2.0	0.023
2.5	0.006

【問題 26】

写真1 および図は、積雪寒冷地の凍害を生じた屋上防水の保護コンクリートの可視画像と、同じ範囲を日射が当たる温度上昇時に赤外線カメラで撮影した熱画像である。また、写真2は、屋上の近接写真である。この調査結果から判断できる劣化の状態に関する、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 可視画像

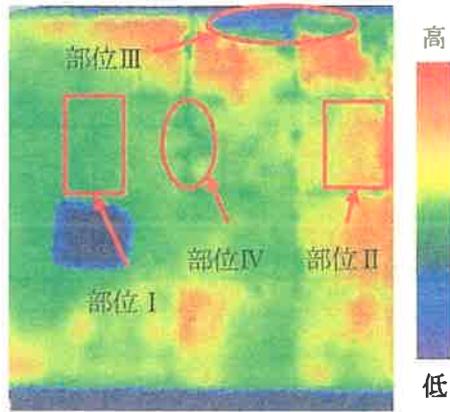


図 熱画像



写真2 近接写真

写真1の可視画像では、部位Ⅰと部位Ⅱで劣化の状態に差が見られないが、図の熱画像により、部位（ A ）のコンクリートに浮きが生じていると判断できる。また、排水路付近の部位Ⅲでは、コンクリートより比熱の（ B ）水の影響により熱画像が低温域となっており、コンクリートの浮き部分に滞水していると判断できる。一方、熱画像では部位Ⅳは、周囲との温度差が（ C ）、砂利化していることが検出できない。このように、赤外線サーモグラフィ法による診断にあたっては、熱画像だけでなく可視画像や、目視調査の結果を合わせて評価するのがよい。

	(A)	(B)	(C)
(1)	Ⅱ	大きい	小さく
(2)	Ⅱ	小さい	大きく
(3)	Ⅰ	大きい	小さく
(4)	Ⅰ	小さい	大きく

【問題 27】

鋼単純 I 桁橋の RC 床版の取替えに際して、留意すべき点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 床版の撤去にあたっては、事前に桁高やフランジの形状に着目して桁の種別を特定する必要がある。(A)桁は、曲げモーメントの作用に対して、RC 床版と鋼桁が一体で挙動することから、一般に、スパン長に対して桁高が比較的(B)。また、(A)桁の上フランジ幅は、下フランジ幅よりも(C)。したがって、(A)桁では、床版取替え時には桁の横倒れ座屈なども懸念されるため、補強や仮設桁による支持も検討する。

	(A)	(B)	(C)
(1)	合 成	低 い	小さい
(2)	非合成	低 い	大きい
(3)	合 成	高 い	小さい
(4)	非合成	高 い	大きい

【問題 28】

石灰石骨材を使用した RC 造建築物の火害調査を、火災から 2 週間後に行った。この調査において確認されたコンクリートの変状と、コンクリート表面の受熱温度の評価に関する次の(1)~(4)の組合せのうち、不適当なものはどれか。

	コンクリートの変状	表面の受熱温度の評価
(1)	煤(すす)が全面に付着している	300℃以下
(2)	コンクリート表面が淡黄色に変色している	950℃以上
(3)	火災によって中性化が進行している	200~400℃
(4)	石灰石骨材が脆弱化して露出している	600℃以上

【問題 29】

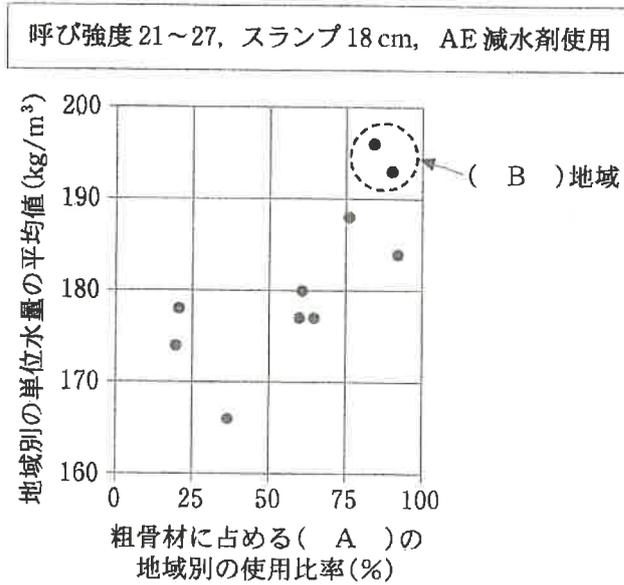
JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の改正に関して、次の(A)～(C)の記述の内容が当てはまる年代の組合せとして、(1)～(4)のうち、正しいものはどれか。

- (A) コンクリート中の「塩化物イオン総量」が規定された。
- (B) アルカリシリカ反応に関して「無害と判定されない骨材を使用する条件」が規定された。
- (C) 生産者と協議して購入者が指定できる事項に「単位水量の上限値」が規定された。

	(A)	(B)	(C)
(1)	1990年代	1990年代	2000年代
(2)	1990年代	1980年代	2000年代
(3)	1980年代	1990年代	1990年代
(4)	1980年代	1980年代	1990年代

【問題 30】

下図は、1990年代前半に実施された「地域別の単位水量の平均値」と「レディーミクストコンクリートに使用された粗骨材の種類別の地域別使用比率」の調査結果に基づき、地域別の両者の関係として整理したものである。図中の粗骨材の種類(A)と、点線で囲まれているデータの地域(B)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。



	(A)	(B)
(1)	川砂利	関東・東海
(2)	川砂利	中国・四国
(3)	砕石	関東・東海
(4)	砕石	中国・四国

【問題 31】

ボックスカルバートの側壁(厚さ 60 cm)のコンクリート表面に発生した各種変状の補修方法に関する、次の(1)～(4)の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) 表面気泡が発生していたので、ポリマーセメントペーストを刷毛塗りし、ポリマーセメントモルタルを充填した。
- (2) 色違いと縁切れのあるコールドジョイントが発生していたので、ポリマーセメントペーストを刷毛塗りした。
- (3) 豆板部分を強く叩いても粗骨材が剥落することが無かったので、ポリマーセメントモルタルを充填した。
- (4) 豆板部分を叩くと粗骨材が剥落して、こぶし大の空洞が発見されたので、その周辺のコンクリートをはつり取り、ポリマーセメントモルタルを充填した。

【問題 32】

積雪寒冷地にある高速道路の PC 3 径間連続合成桁(1993 年供用)で、写真の赤丸に示す変状が発生した。写真中の a 点と b 点で塩分調査を行ったところ、図 2 に示す結果であった。この変状箇所における塩害の進行を抑制するために優先的に実施すべき対策として、次の(1)~(4)のうち、最も適当なものはどれか。



写真 桁の変状

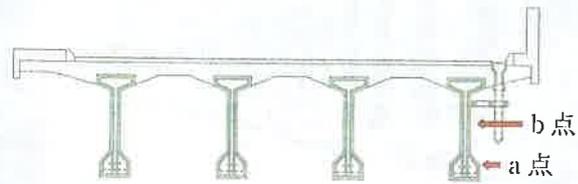


図 1 断面図

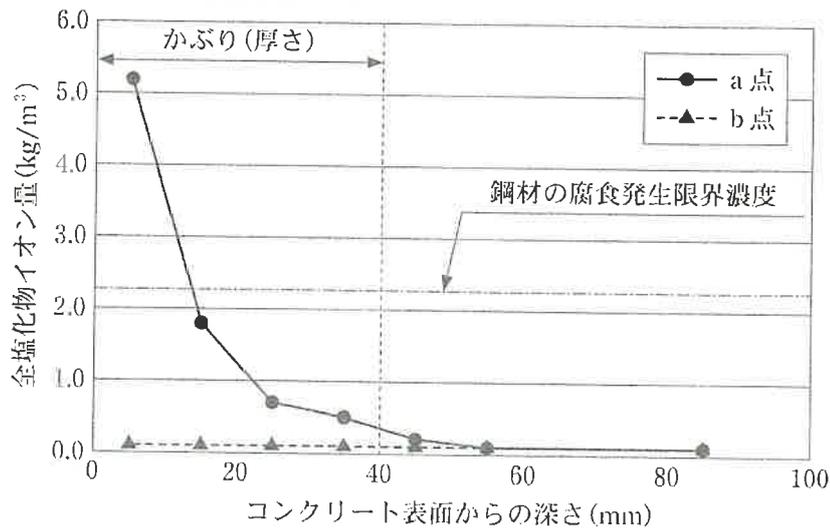
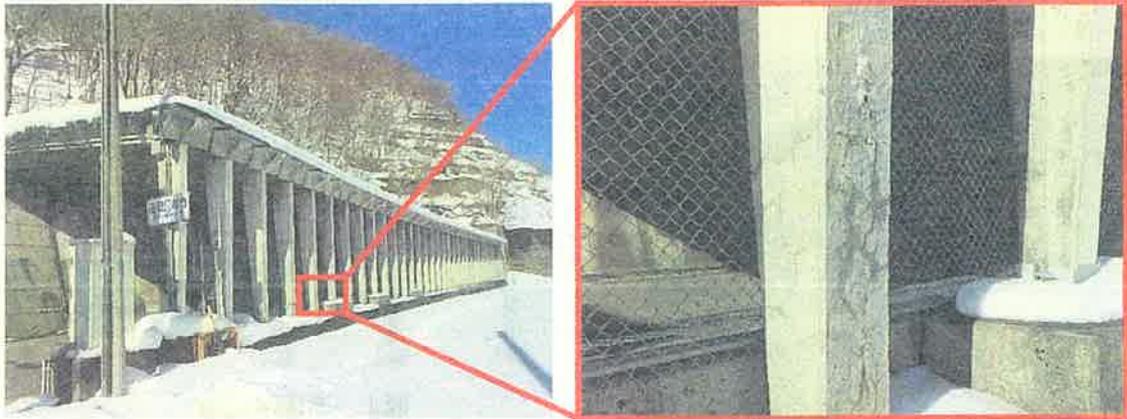


図 2 塩分調査結果

- (1) 汚れの清掃, 除去
- (2) 排水設備の取替え
- (3) 電気化学的脱塩
- (4) 断面修復

【問題 33】

山間部の道路に設置された PC スノーシェッドに写真に示すような変状が発生した。構造物の概要を表に示す。このような変状を抑制するために建設時(製作時)に実施する次の(1)～(4)の対策のうち、最も不適当なものはどれか。



PC スノーシェッドの変状

構造物の概要

建設年	2014 年
標 高	約 770 m
年間降水量の平年値	2440 mm
気温の平年値(2 月)	日最高 0.7℃ 日最低 -11.8℃
凍結防止剤の散布	あ り

- (1) コンクリート表面の被覆
- (2) 混合セメントの使用
- (3) エポキシ樹脂被覆鋼材の使用
- (4) 高炉スラグ骨材の使用

【問題 34】

積雪寒冷地にある農業水利施設の頭首工の堰柱において、写真の赤枠に示すような変状が発生していた。このような変状を抑制するため、建設時のコンクリートの配(調)合上の対策に加えて、コンクリート表面に塗布する材料の主成分として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



- (1) エチレン酢酸ビニル系エマルジョン
- (2) アルキルアルコキシシラン
- (3) 低級アルコールアルキレンオキサイド
- (4) 亜硝酸リチウム

【問題 35】

北陸地方にある道路橋のRC橋脚において、下の写真の破線で示す変状の進行を抑制する対策を行うこととした。次の(1)～(4)に示す対策のうち、最も適当なものはどれか。



- (1) ポリウレア樹脂系被覆材による表面の被覆
- (2) けい酸ナトリウムを主成分とする含浸材による表面への含浸
- (3) 流電陽極方式による電気防食
- (4) 炭酸カリウム溶液を電解液とする再アルカリ化

【問題 36】

写真1は、長期的な供用が予定されている下水道のRCボックスカルバートである。頂版部と側壁では、写真2のように硫酸浸食により粗骨材が一部露出している。補修対策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。

コンクリート中に浸透した硫酸イオンにより、二水せっこうが生成されると共にコンクリート表層部が脆弱化する。硫酸イオンの浸入深さは(A)溶液で確認し、それを目安として脆弱部をウォータージェット工法で確実に除去した後、ポリマーセメントモルタルで断面修復を行い、(B)を塗布する対策工法を採用した。



写真1 ボックスカルバート内部の状況



写真2 粗骨材の露出状況

	(A)	(B)
(1)	硝酸銀	シラン系表面含浸材
(2)	フェノールフタレイン	エポキシ樹脂系被覆材
(3)	フェノールフタレイン	シラン系表面含浸材
(4)	硝酸銀	エポキシ樹脂系被覆材

【問題 37】

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。

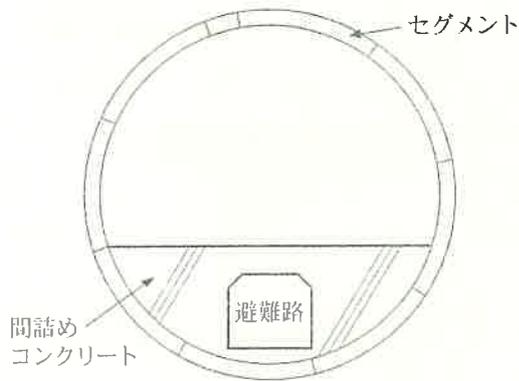


図1 シールドトンネル断面の概念図

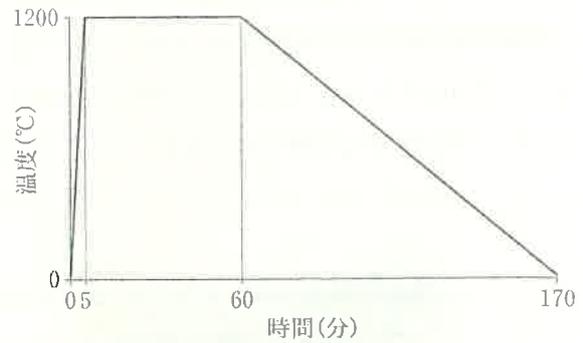


図2 RABTTM加熱曲線

※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 38】

RC 構造物に適用する断面修復工法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。

劣化因子を含むコンクリートを残したまま断面修復を行った場合、未補修部と補修部で電位差が生じ、未補修部の鉄筋が(A)となり、境界部で(B)腐食が進行することがあるので、補修の範囲の設定には注意が必要である。

断面修復材として使用されるポリマーセメントモルタルは、ポリマーの含有量が多くなるに伴いモルタルの比抵抗(電気抵抗率)が(C)なるため、(B)腐食の抑制が期待される。なお、電気防食工法の実施を計画した断面修復では、比抵抗が(D)材料を選定することが望ましい。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	カソード	マクロセル	小さく	大きい
(2)	カソード	ミクロセル	大きく	小さい
(3)	アノード	マクロセル	小さく	大きい
(4)	アノード	マクロセル	大きく	小さい

【問題 39】

コンクリート桁の耐荷力向上を目的として、図1、図2に示すように外ケーブルを桁両側面に配置することとした。外ケーブル2本の総緊張力を P (1本あたり $P/2$)とした場合、スパン中央の桁下縁に導入される圧縮応力 σ_1 と σ_2 の比として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。

ただし、自重および外ケーブルの施工に伴うプレストレスの損失は無視し、コンクリートおよび鋼材は弾性体とする。

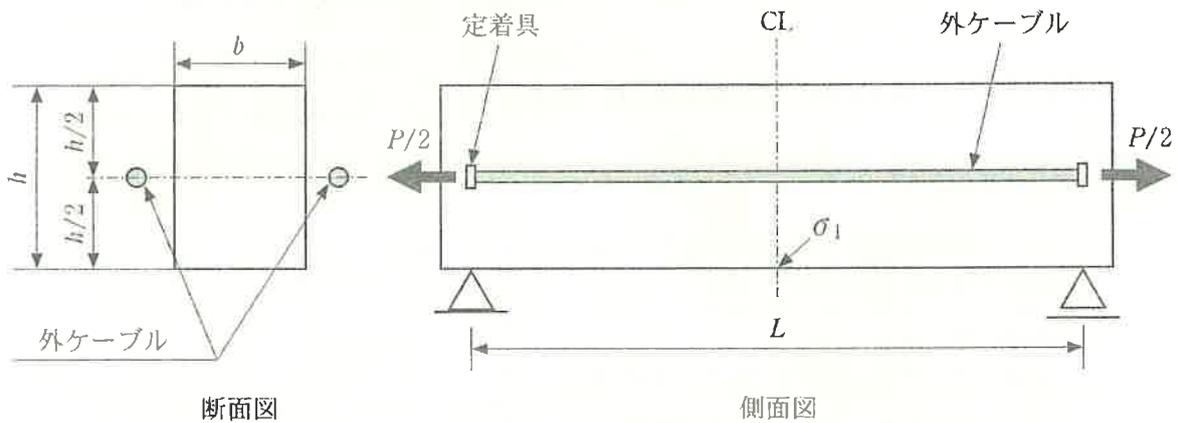


図1 外ケーブル(桁高中央)の配置方法

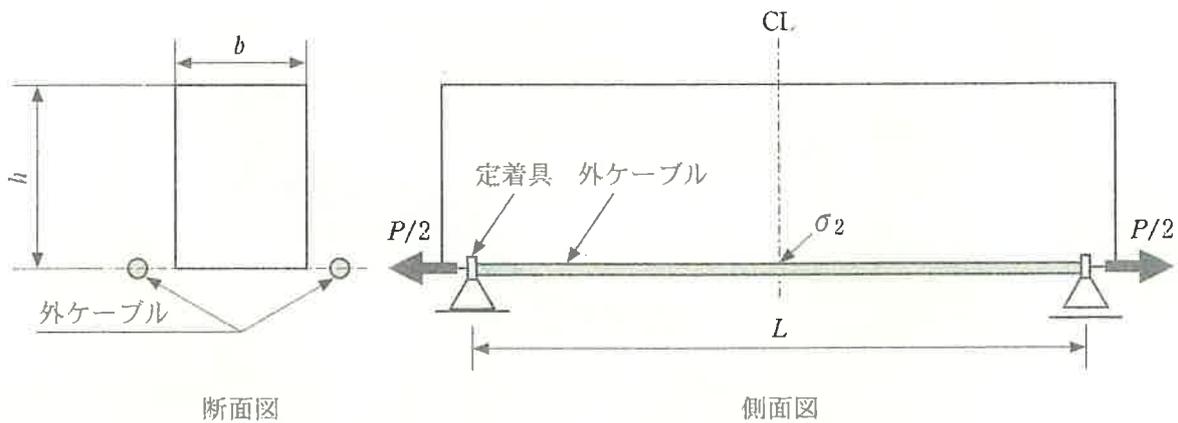


図2 外ケーブル(桁下縁)の配置方法

- (1) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 1$
- (2) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 2$
- (3) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 4$
- (4) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 8$

【問題 40】

供用後 45 年を経過した鋼道路橋 RC 床版の維持管理において、床版上面増厚工法(シナリオ A)と、プレキャスト PC 床版への取替え(シナリオ B)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、表のシナリオ A に基づいて算出した対策後の LCC を示す。

シナリオ B がシナリオ A の LCC を下回る時点として、次の(1)~(4)のうち、最も近いものはどれか。なお、社会的割引率 r は式 1、 n 年後に要する費用を現在価値に置き換えた値 V は式 2 で表され、資本の利率 h を 2.0%、物価変動率 i を 2.0% とする。

$$r = \frac{(1+i)}{(1+h)} - 1 \dots\dots\dots \text{式 1}$$

$$V = \frac{n \text{ 年後の費用}}{(1+r)^n} \dots\dots\dots \text{式 2}$$

表 LCC の算出に用いる単価

項目	シナリオ A	シナリオ B
毎年の点検費用	1 百万円	1 百万円
床版上面増厚費用(防水システムを含む) ※30 年毎に実施	100 百万円	
部分打換え費用 (床版上面増厚後 20 年経過後から毎年実施)	7 百万円	
プレキャスト PC 床版への取替え費用 (防水システムを含む)(耐用期間 100 年)		230 百万円

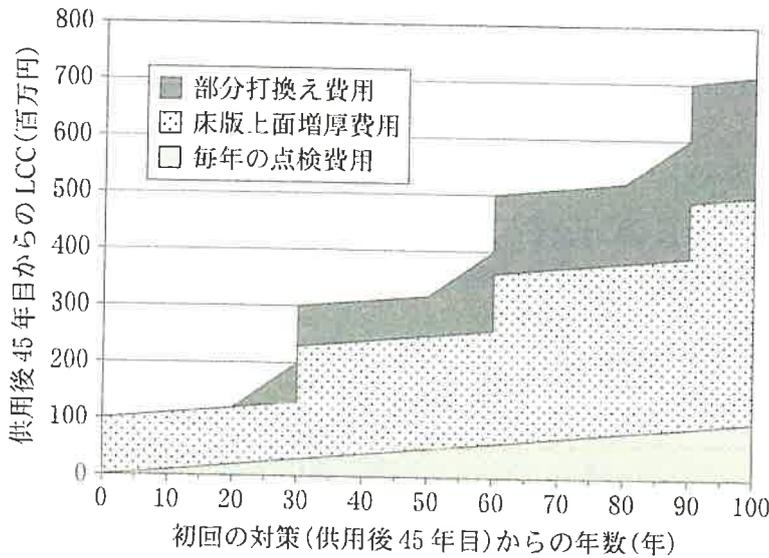


図 シナリオ A の LCC

- (1) 約 30 年経過時
- (2) 約 50 年経過時
- (3) 約 60 年経過時
- (4) 約 90 年経過時

[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、採点されません。

問題 I

竣工後 45 年経過したビロティを有する RC 造建築物において、写真 1～4 に示す変状が生じている。表 1 にはこの建築物の概要、図 1 には外部柱および内部壁のコンクリートに含まれる全塩化物イオン量分布と中性化深さの調査結果を示す。これらの変状に関する以下の問いに合計 1000 字以内で答えなさい。

[問 1]

建築物に生じた写真 1～4 に示すそれぞれの変状の原因を推定し、その推定理由を述べなさい。

[問 2]

図 1 に示すような全塩化物イオン量の分布となった理由、および外部柱と内部壁で分布の相違が生じる理由を述べなさい。

[問 3]

この建築物は、今後 20 年間供用する予定である。この建築物に必要な調査の項目、劣化対策および対策後の維持管理計画について提案しなさい。

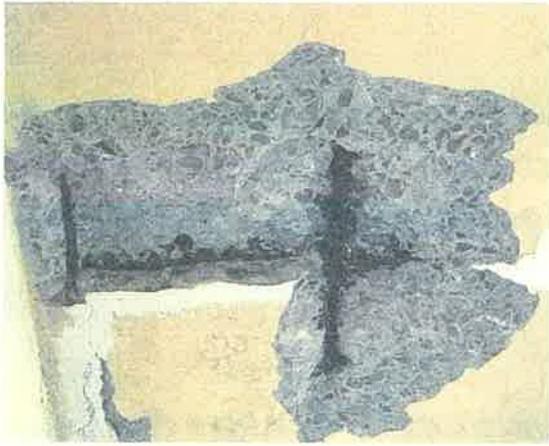


写真1 1階ピロティ部直上の
2階床スラブ下面の変状

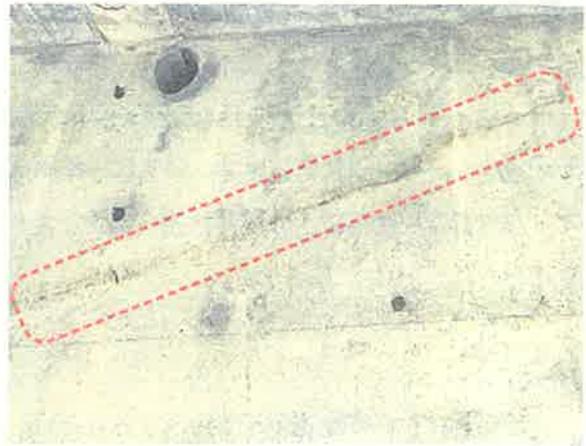


写真2 内部壁(屋内)表面の変状



写真3 1階ピロティ部にある外部柱表面の変状

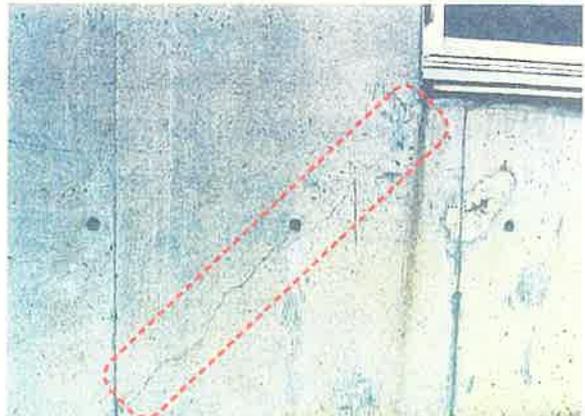


写真4 外部壁表面の変状

表1 建築物の概要

竣工年および用途	1974年竣工 公共施設(市役所)
立地および周辺環境	沖縄県 海岸から0.5km離れた市街地
コンクリートの使用材料および配(調)合	粗骨材：石灰石砕石 細骨材：石灰石砕砂および海砂の混合砂(混合質量比55:45) セメント種類：普通ポルトランドセメント 設計基準強度：21 N/mm ² 水セメント比：60% スランプ：18 cm
設計かぶり(厚さ)	床スラブ下面 30 mm(写真1) 内部壁 30 mm(写真2) 外部柱 40 mm(写真3) 外部壁 40 mm(写真4)

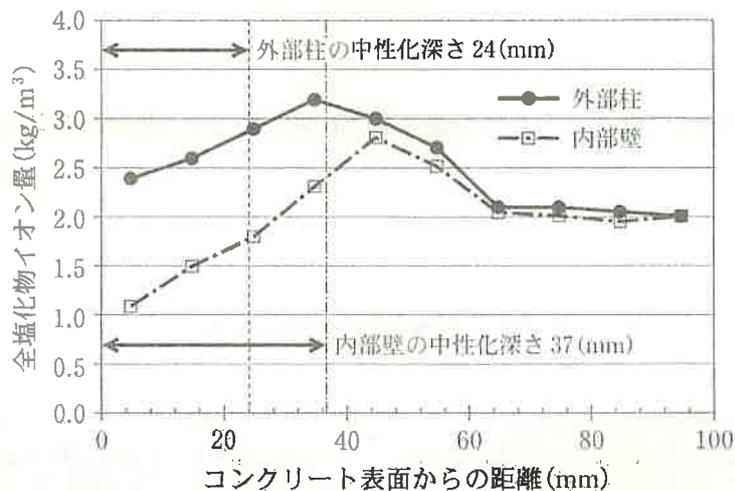


図1 内部壁および外部柱の全塩化物イオン量分布および中性化深さ

問題Ⅱ

図1および図2は、山間部に位置する鋼2径間連続非合成版桁橋である。この橋梁の概要を表1に示す。

図2のA部の舗装に変状が生じたため部分打替えを行なった際、舗装下の床版上面のコンクリートが写真1のように砂利化していることが確認された。また、図2の斜線部の範囲(B部)の床版下面には、写真2のようなひび割れが見られ、斜線部以外の箇所には同様の変状は認められなかった。そこで、図2の①～⑥の6箇所において鉄筋近傍のコンクリート中の全塩化物イオン量を調査したところ、表2のような結果が得られた。

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]

B部(A部を含ま)における変状の特徴を踏まえ、橋梁全体のなかで特にB部の劣化が進行した原因について述べなさい。

[問2]

この橋梁を今後30年間供用するための維持管理計画において、計画の立案に必要な調査項目および調査箇所を述べなさい。

[問3]

問2を踏まえて、この橋梁に必要な対策について提案しなさい。

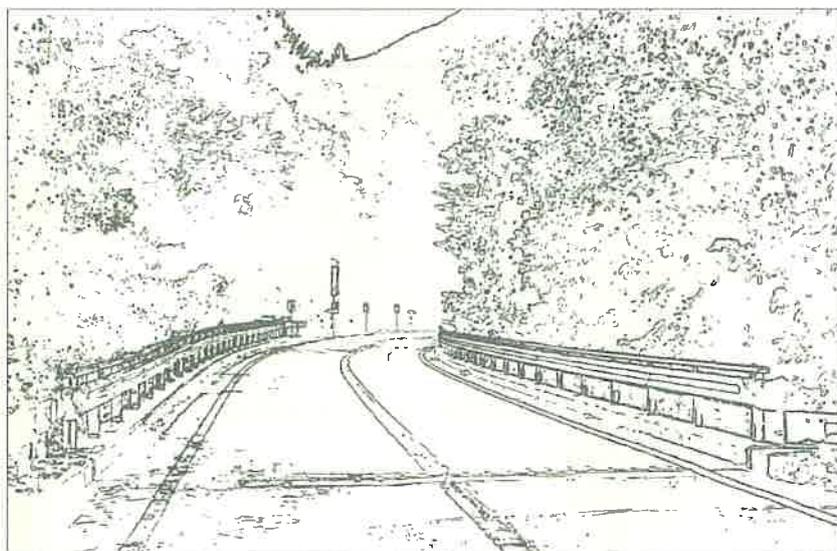


図1 対象橋梁の全景(イメージ図)

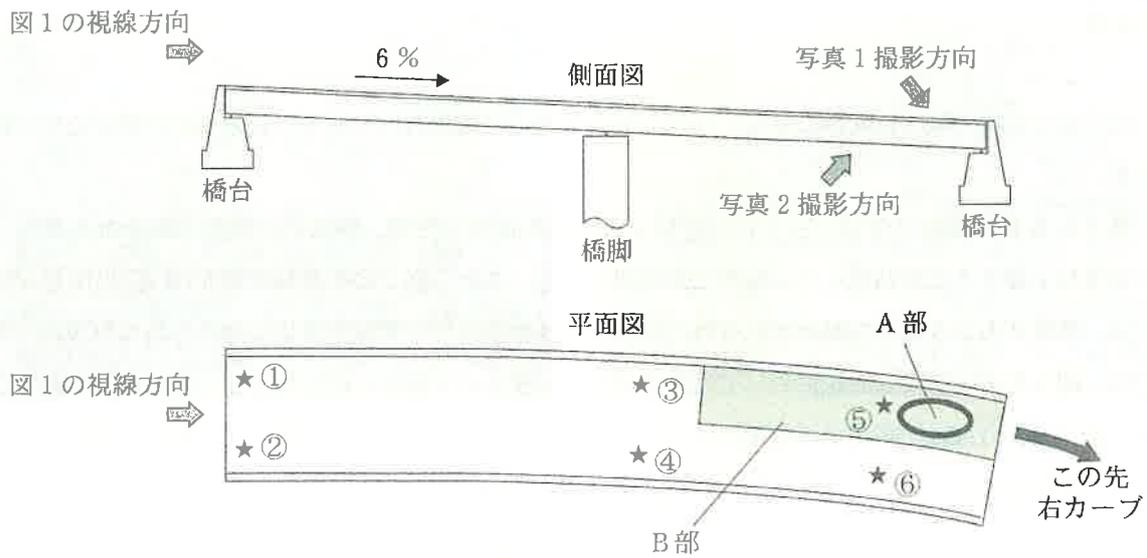


図2 対象橋梁の模式図

表1 橋梁の概要

竣工年	1974年
道路の種別	国道
場所	山間部(標高約800m)、寒冷地
形式	鋼2径間連続非合成鈹桁橋(3主桁)、RC床版
設計活荷重	TL-20(一等橋)
橋長	42.0m
床版厚	21cm
主桁間隔	3.3m
縦断勾配	6%
床版コンクリート	設計基準強度: 24 N/mm ² , 水セメント比: 55%
伸縮装置	排水型
床版防水	なし
車線数	2車線(対面通行)
交通量特性	交通量: 3000台/日(上下方向合計) 大型車混入率: 20%
採取コアの促進膨張試験(JCI-DD2法)の結果	全膨張量0.01%未満(供用後に調査実施)



写真1 床版上面(A部)における砂利化の状況



写真2 B部の床版下面の状況

表2 コンクリート中の全塩化物イオン量(kg/m³)

図2中の箇所	①	②	③	④	⑤	⑥
上側の主鉄筋の位置	0.25	0.21	0.18	0.16	9.75	2.51
下側の主鉄筋の位置	1.82	2.45	0.12	0.12	5.77	0.64