

【問題 1】

こて仕上げを行ったスラブコンクリートに、硬化後に写真に示すような表層の剥離が発生した。この剥離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。なお、使用されたコンクリートの呼び強度は30、スランプは15 cmである。

コンクリートのブリーディングが生じている途中で、過剰なこてがけやタンピングにより表面を仕上げると、(A)が生じ、(B)ことにより、表層が剥離する。コンクリートの(C)量が多くなると、この現象が顕著になることがある。例えば、スラブコンクリート表面の押さえ仕上げに用いられる騎乗式機械こて等による過剰なこてがけが、表層剥離の発生原因となる場合がある。

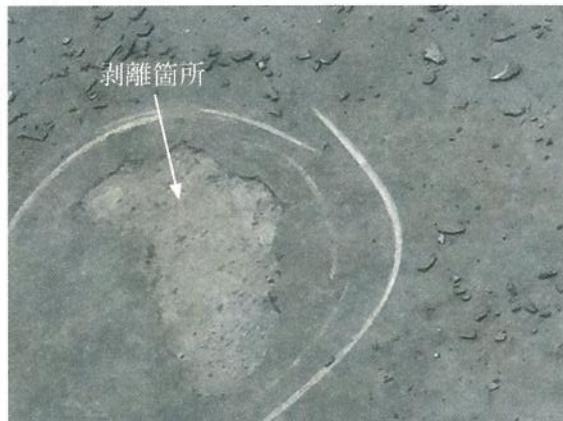


写真 コンクリート表層の剥離

	(A)	(B)	(C)
(1)	材料分離	脆弱層が形成される	ブリーディング
(2)	急激な水和反応	脆弱層が形成される	単位セメント
(3)	材料分離	自己収縮ひずみが大きくなる	単位セメント
(4)	急激な水和反応	自己収縮ひずみが大きくなる	ブリーディング

【問題 2】

道路トンネルの覆工コンクリートにおいて、脱型直後、図中に示す箇所に変状が認められた。  
この変状の発生原因に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 地山の塑性圧によってコンクリートが変形した。
- (2) 打込み時に型枠が変形した。
- (3) 打込み時に過剰な締固めを行った。
- (4) コンクリートの打重ね時間間隔が長くなった。

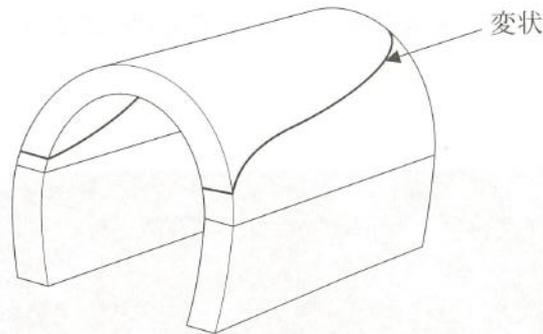


図 覆工コンクリートの概要

【問題 3】

エフロレッセンス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。

エフロレッセンスの発生には、その主成分である炭酸カルシウムおよび水酸化カルシウムの水に対する溶解度と温度の関係が影響する。(A)は、(B)になるほど水に対する溶解度が(C)なる。このため(B)環境において、早期の脱型などによりコンクリート中の水分が蒸発すると、より多くのエフロレッセンスが発生しやすくなる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	水酸化カルシウム	高温	小さく
(2)	炭酸カルシウム	高温	小さく
(3)	水酸化カルシウム	低温	大きく
(4)	炭酸カルシウム	低温	大きく

【問題 4】

下図に示す PC 3 径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋を建設から 20 年後に点検したところ、中央ヒンジ部において、異常なたわみを伴う変状(垂れ下がり)が認められた。この変状の発生原因に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

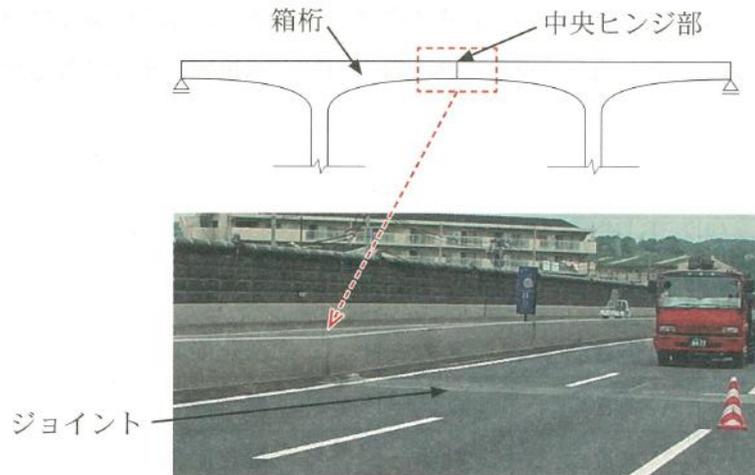


図 中央ヒンジ部周辺の状況

- (1) 上部工(箱桁)コンクリートのクリープの進行
- (2) 上部工(箱桁)コンクリートの乾燥収縮の進行
- (3) 上部工(箱桁)コンクリート中の PC 鋼材の破断
- (4) 上部工(箱桁)コンクリート中のせん断補強筋の腐食

【問題 5】

コンクリートの中性化速度に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 普通ポルトランドセメントを用いた場合、アルカリ含有量( $R_2O$ 量)が多い方が、中性化速度は大きい。
- (2) 普通ポルトランドセメントの 30 % を混和材で置換する場合、高炉スラグ微粉末を用いた場合の方が、フライアッシュを用いた場合より、中性化速度は大きい。
- (3) コンクリートが乾燥状態にあるとき、連続した空隙を有する軽量骨材を用いたコンクリートの中性化速度は、普通骨材を用いたコンクリートと同程度である。
- (4) 相対湿度が 60 % の場合、温度 20 °C 程度で中性化速度は最も大きくなる。

【問題 6】

コンクリート中の鋼材腐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。

一般に、乾燥状態から含水率が増加するとコンクリートの電気抵抗は徐々に( A )なり、鋼材の腐食速度は大きくなる。しかしながら、含水率がさらに増加し、水中にあるコンクリートのように飽水状態に近くなると、( B )反応に必要な( C )の供給が少なくなるため、腐食速度は小さくなる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	大きく	アノード	酸素
(2)	小さく	アノード	二酸化炭素
(3)	小さく	カソード	酸素
(4)	大きく	カソード	二酸化炭素

【問題 7】

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。
- (3) アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張量は、時間の平方根に比例する。
- (4) コンクリートの中性化が進行すると、アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張速度は大きくなる。

【問題 8】

コンクリートの凍害に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 気温の降下とともに、コンクリート中では径の小さい細孔中の水から凍結しはじめる。
- (2) 同一空気量のコンクリートの耐凍害性は、気泡径の分布によらず同程度である。
- (3) 海岸際に立地するコンクリート構造物において、海水の飛沫を受ける部分は、飛沫を受けない部分よりもスケーリングが発生しにくい。
- (4) 積雪寒冷地に立地するコンクリート構造物において、常に雪で覆われている部分は、南面などの雪が解けやすい部分よりもスケーリングが発生しにくい。

【問題 9】

コンクリートの化学劣化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。

内在硫酸塩によるコンクリートの膨張劣化は、硫酸塩を多く含むセメントの使用がその一因と考えられている。例えば、プレキャストコンクリート部材では、( A )の影響で( B )が分解し、その後、この部材が( C )環境に置かれた場合に、( B )の遅延生成により著しい膨張が生じ、ひび割れが発生することがある。

	(A)	(B)	(C)
(1)	早期脱型による乾燥	エトリンガイト	乾燥した
(2)	蒸気養生中の高温	C-S-H	乾燥した
(3)	蒸気養生中の高温	エトリンガイト	水分の供給が多い
(4)	早期脱型による乾燥	C-S-H	水分の供給が多い

【問題 10】

コンクリートの複合劣化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。

凍結融解環境下では、コンクリートに(A)が供給されると、毛細管内の水の(B)の影響等により未凍結水量が増加し、さらに浸透圧の増加によって凍害による劣化の進行が促進されることがある。また、凍害で劣化したコンクリートでは(A)が浸入しやすくなり、細孔内の(C)にともなってアルカリシリカ反応が促進されることがある。

	(A)	(B)	(C)
(1)	NaCl	昇華	浸透圧の増加
(2)	NaCl	凝固点降下	pHの上昇
(3)	CaCl <sub>2</sub>	凝固点降下	pHの上昇
(4)	CaCl <sub>2</sub>	昇華	浸透圧の増加

【問題 11】

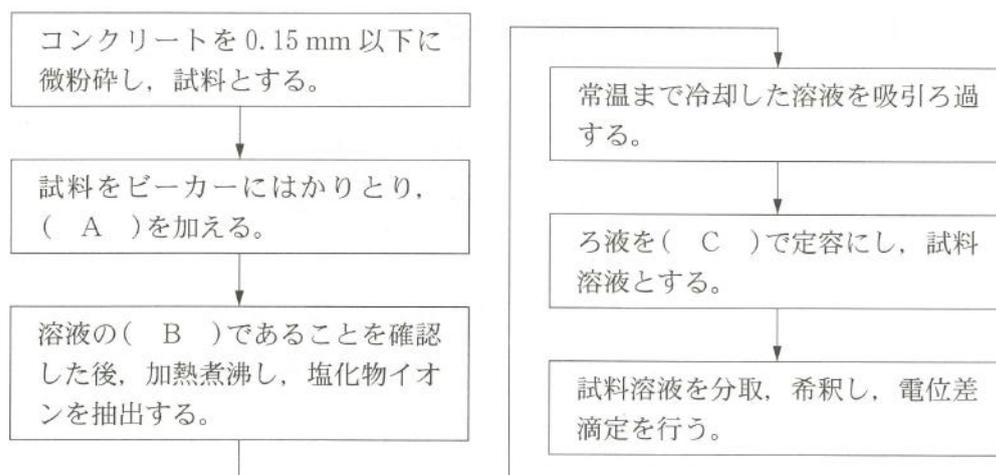
鉄筋コンクリート橋脚の健全性の評価方法に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

衝撃振動試験は、躯体を打撃することで振動を励起させ、これにより構造物の(A)を測定するものである。加振によって発生する(B)変形量はわずかで、(C)変形量が支配的である。このため、この試験によれば、(A)から推定できる橋脚の(C)剛性や地盤パネの変化に着目した健全性の評価が可能なることから、河川中にある橋脚基礎の洗掘調査に用いられる場合が多い。

	(A)	(B)	(C)
(1)	衝撃係数	曲げ	せん断
(2)	固有振動数	せん断	曲げ
(3)	衝撃係数	せん断	曲げ
(4)	固有振動数	曲げ	せん断

【問題 12】

下図は、硬化コンクリート中の全塩化物イオン濃度を、塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法で求める手順を示したものである。図中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、JISA 1154：2012(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、適当なものはどれか。



	(A)	(B)	(C)
(1)	硝酸	pH が 3 以下	蒸留水
(2)	硝酸	色が無色	硝酸銀溶液
(3)	塩酸	pH が 3 以下	硝酸銀溶液
(4)	塩酸	色が無色	蒸留水

【問題 13】

凍害が生じたコンクリート構造物に対して現場で行う調査方法に関する以下の記述(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) レーザ変位計を用いて、基準面からのスケーリング深さを測定した。
- (B) 赤外線サーモグラフィ法により、浮きの範囲を推定した。
- (C) X線透過撮影法により、気泡間隔係数を測定した。

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

【問題 14】

疲労による劣化が懸念される鋼道路橋 RC 床版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) 床版下面のひび割れ密度を、デジタルカメラで取得した画像を用いて求めた。
- (2) 床版下面のひび割れ幅を、衝撃弾性波法により測定した。
- (3) 床版コンクリートの土砂化の範囲を、電磁波レーダ法により推定した。
- (4) 床版支間中央のたわみを、レーザ距離計により測定した。

【問題 15】

火害を受けたコンクリート構造物の調査・測定に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) コンクリート表面の変色状況を、目視により観察した。
- (2) コンクリート表面の受熱温度を測定するために、赤外線サーモグラフィ法を用いた。
- (3) コンクリートの中酸化深さを測定するために、フェノールフタレインを用いた。
- (4) コンクリート中の水和生成物を同定するために、粉末 X 線回折法を用いた。

【問題 16】

JIS A 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	40	34
34	36	33
35	37	29

- (1) 測定値 40 と 29 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 40 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 29 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 17】

電磁波レーダ法による鉄筋のかぶり(厚さ)の推定方法に関する次の記述中の(A)~(C)に当てはまる(1)~(4)の式および語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

真空中での電磁波速度を  $C$  とすると、コンクリート中の電磁波速度  $V$  とコンクリートの比誘電率  $\epsilon$  との間には、( A )の関係式が成り立つ。また、アンテナと鉄筋との間の電磁波の往復伝播時間を  $T$  とすると、かぶり(厚さ)  $D$  は( B )で表される。したがって、例えば比誘電率を固定して同じ位置の鉄筋を測定した場合、コンクリートが湿潤状態よりも乾燥状態の方が、かぶり(厚さ)は( C )推定されることになる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon}}$	$D = \frac{V \cdot T}{2}$	小さく
(2)	$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon}}$	$D = V \cdot T$	大きく
(3)	$V = C\sqrt{\epsilon}$	$D = V \cdot T$	小さく
(4)	$V = C\sqrt{\epsilon}$	$D = \frac{V \cdot T}{2}$	大きく

【問題 18】

コンクリート構造物から採取したコア供試体を用いて中性化深さを測定した。このとき実施した方法に関する次の(1)～(4)の記述のうち、JISA 1152：2011(コンクリートの中性化深さの測定方法)に照らして、誤っているものはどれか。

- (1) 測定面の準備として、測定面が水でぬれていたのをドライヤで乾燥させた。
- (2) 測定面の準備が終了した後、直ちに測定ができなかったのをラッピングフィルムで測定面を密封した。
- (3) フェノールフタレイン溶液を噴霧した後、呈色した部分が安定してから測定した。
- (4) 鮮明な赤紫色に呈色した部分と、これより浅い部分に薄赤紫色の部分が現れたので、コンクリート表面から薄赤紫色の部分までの距離(非呈色部分の長さ)を中性化深さとした。

【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から、試料を採取して行う調査の項目と方法の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。

	調査の項目	調査の方法
(1)	白色ゲル状物質の化学成分	蛍光 X 線分析
(2)	骨材の岩種	偏光顕微鏡による観察
(3)	コンクリート中のアルカリ総量	水酸化ナトリウム水溶液による滴定
(4)	コンクリートの弾性係数	超音波伝播速度の測定

【問題 20】

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)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ことを利用したものである。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。

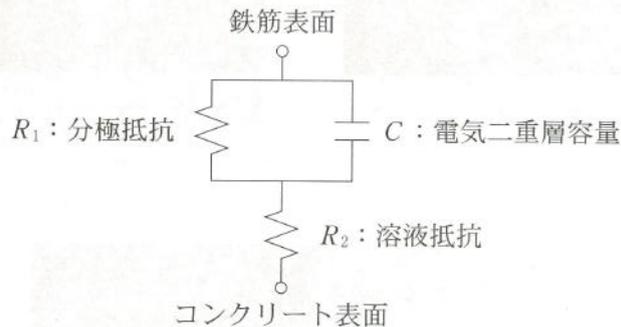


図 電氣的等価回路モデル

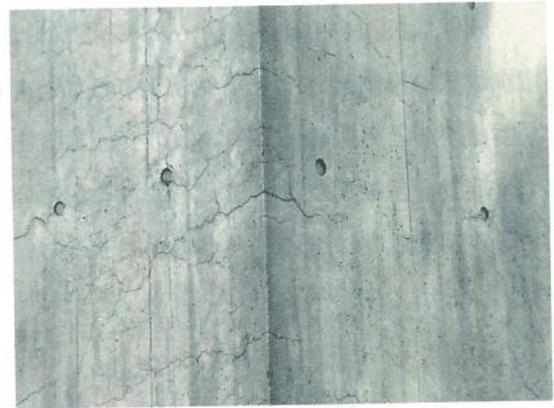
	(A)	(B)	(C)
(1)	$R_1 + R_2$	$R_2$	$R_1$
(2)	$R_1 + R_2$	$R_2$	$\frac{1}{R_1}$
(3)	$R_2$	$R_1 + R_2$	$R_1$
(4)	$R_2$	$R_1 + R_2$	$\frac{1}{R_1}$

【問題 21】

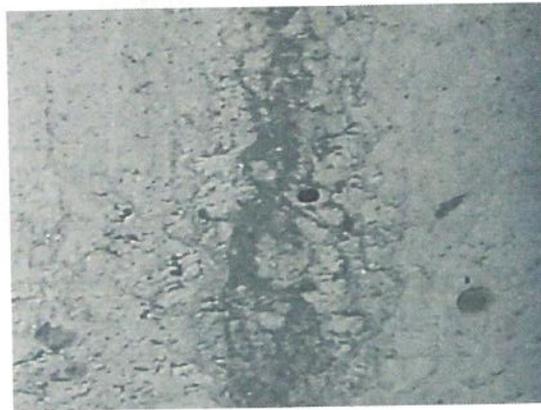
鉄筋コンクリート造建築物の柱において、写真(A)～(C)に示すような変状が認められた。これらの変状に対する判断に関する記述(a)～(c)の適・不適の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



写真(A)：豆板部をハンマーで叩いても脱落しなかった。



写真(B)：ひび割れは鉄筋に到達していなかった。



写真(C)：表面に砂すじが認められた。

- (a) 写真(A)の変状によって、鉄筋腐食は促進されにくいと判断した。
- (b) 写真(B)の変状によって、中性化は促進されにくいと判断した。
- (c) 写真(C)の変状によって、耐荷力の低下は生じにくいと判断した。

	(a)	(b)	(c)
(1)	適	適	不適
(2)	不適	適	適
(3)	不適	不適	適
(4)	適	不適	不適

【問題 22】

写真1 および図に示す道路橋のPC中空床版橋(場所打ち)の竣工後10年の定期点検において、床版下面に写真2に示すひび割れ補修跡が確認された。補修時点での、このひび割れの主な原因を示した次の(1)~(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

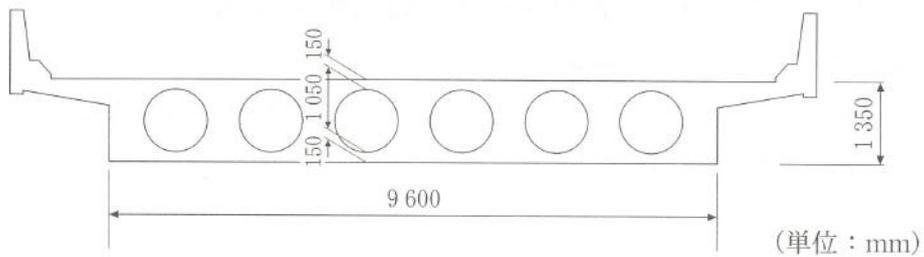
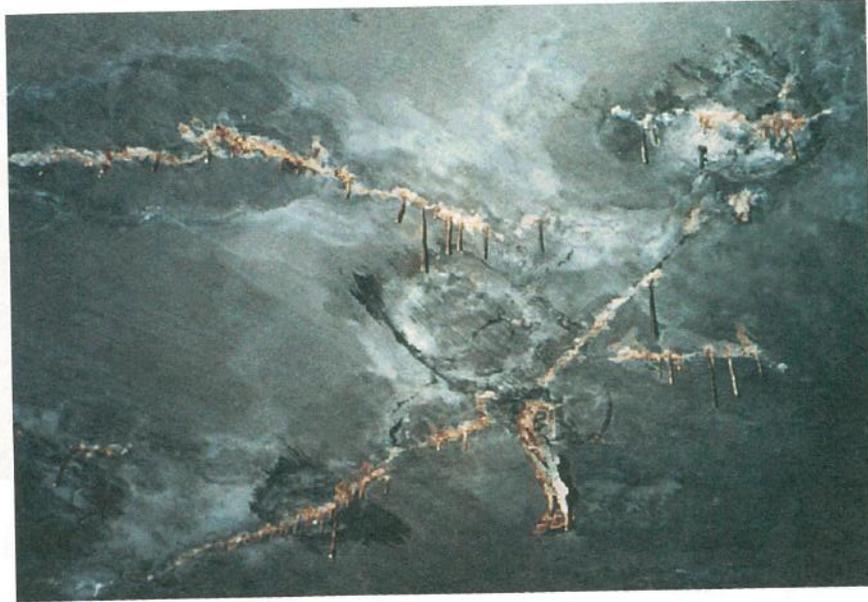


図 PC中空床版橋の断面

- (1) 活荷重の作用による疲労
- (2) 中性化による鉄筋腐食
- (3) ポイド管(円筒型枠)の腐食
- (4) セメントの水和熱による温度応力

【問題 23】

鉄筋コンクリート造建築物の屋上スラブの下面に、写真に示す変状が生じていた。この変状に対する判断に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。



- (1) ひび割れの原因は、セメントの水和熱による温度応力である。
- (2) コンクリート内部の鉄筋が腐食している。
- (3) つらら状の析出物は、主としてコンクリートの成分が溶出してできたものである。
- (4) 屋上防水が劣化している。

【問題 24】

建設後 25 年を経過した鉄筋コンクリート造建築物において、屋外側壁面の中性化深さが 10 mm であった。この壁の建設後 50 年における屋外側、屋内側の中性化深さの予測値について、次の(1)～(4)の組合せのうち、最も適当なものはどれか。

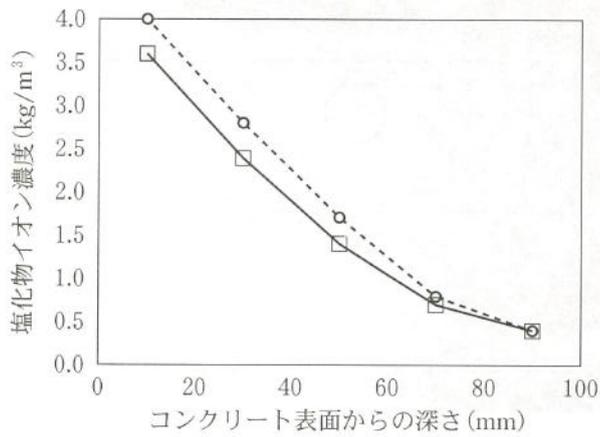
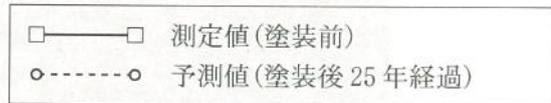
ただし、炭酸ガス濃度は屋外で 0.04 %、屋内は 0.08 % で一定と仮定し、中性化速度は炭酸ガス濃度の平方根に比例するものとする。また、屋内側、屋外側とも、打放し仕上げとし、温度および相対湿度は同一と仮定する。

	屋外側	屋内側
(1)	約 14 mm	約 20 mm
(2)	約 14 mm	約 28 mm
(3)	約 20 mm	約 28 mm
(4)	約 20 mm	約 40 mm

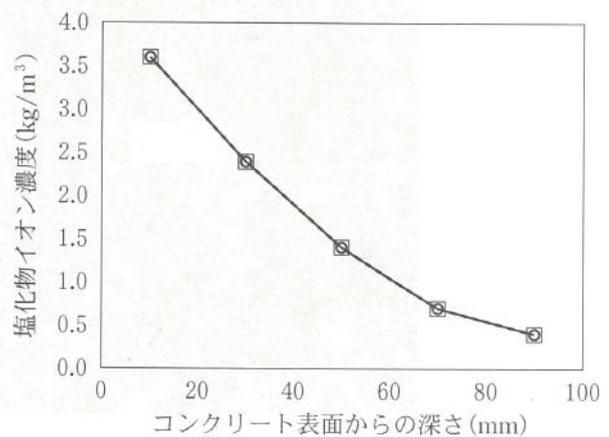
【問題 25】

海岸地域にある竣工後 30 年経過した鉄筋コンクリート打放し外壁(普通ポルトランドセメント, W/C = 55 %)からコアを採取し, コンクリート表面からの塩化物イオン濃度分布を測定した。その直後に, この外壁に非透気性の防水型塗装を行った場合, 塗装後 25 年経過したときに予測される塩化物イオン濃度分布として, 次の(1)~(4)のうち, 最も適当なものはどれか。  
 なお, 塗装仕上げ材の劣化は考慮しないものとする。

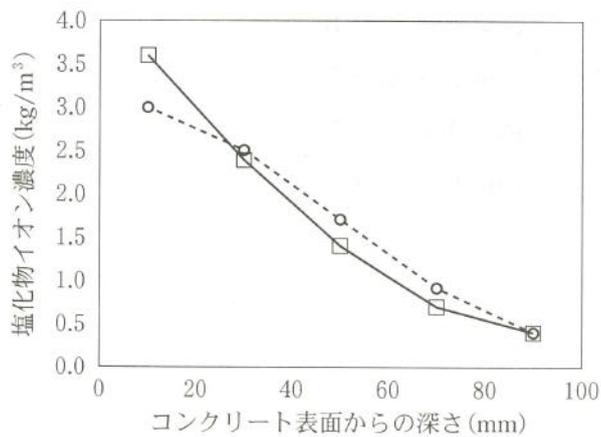
凡例



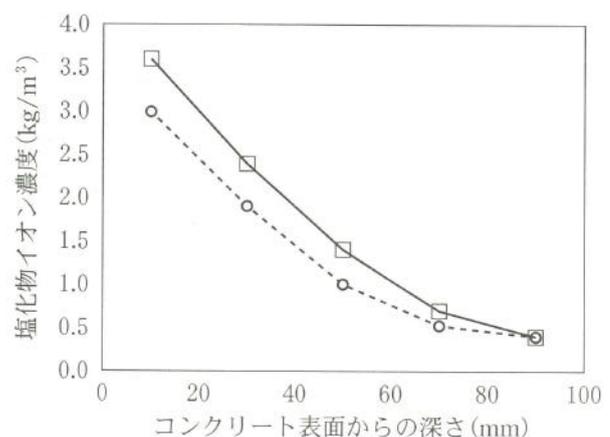
(1)



(2)



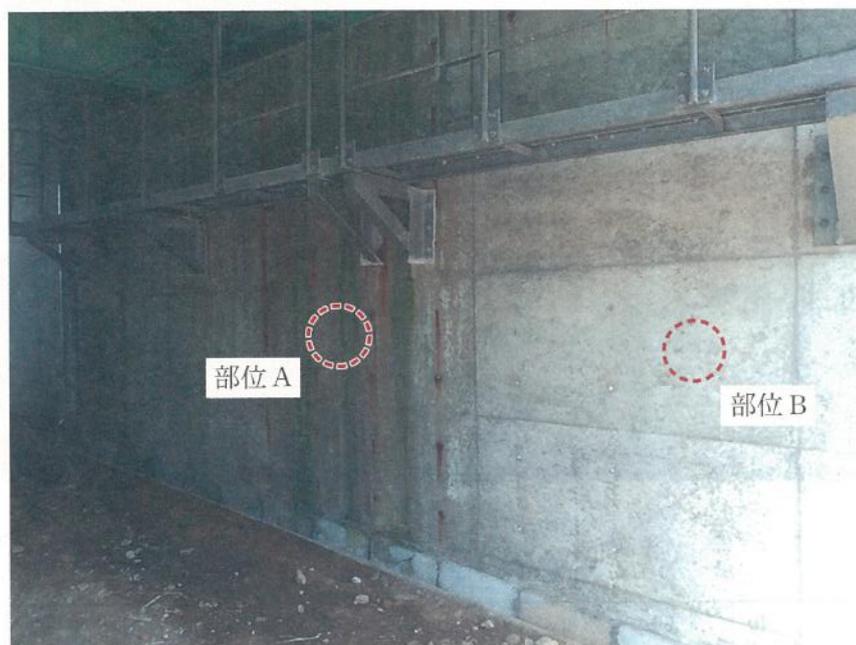
(3)



(4)

【問題 26】

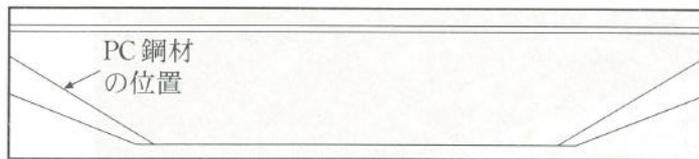
下の写真は寒冷地域の内陸部に位置する道路橋の鉄筋コンクリート橋台(普通ポルトランドセメント, W/C = 55 %)である。この橋台の部位 A および部位 B において予想される, コンクリート表面近傍の塩化物イオン濃度および中性化深さの大小関係を示す次の(1)~(4)の組合せのうち, 適当なものはどれか。



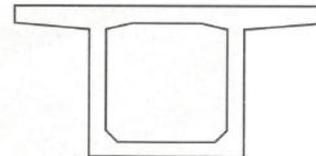
	塩化物イオン濃度	中性化深さ
(1)	部位 A > 部位 B	部位 A > 部位 B
(2)	部位 A > 部位 B	部位 B > 部位 A
(3)	部位 B > 部位 A	部位 A > 部位 B
(4)	部位 B > 部位 A	部位 B > 部位 A

【問題 27】

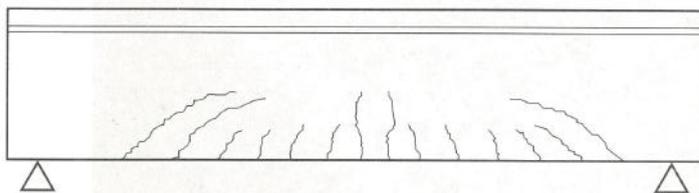
道路橋のポストテンション方式 PC 単純箱桁に、アルカリシリカ反応によって側面に発生する可能性があるひび割れのパターンを示した概念図として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。ただし、PC 鋼材の配置および箱桁の断面は下図のとおりとする。



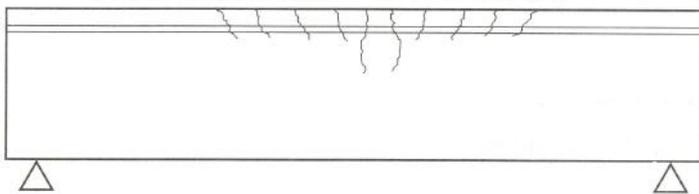
PC 鋼材の配置図



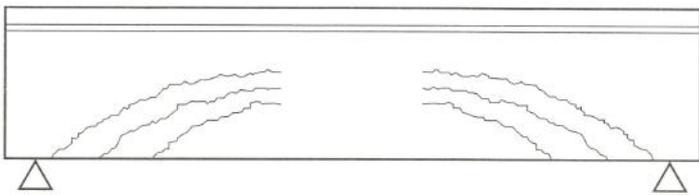
断面図



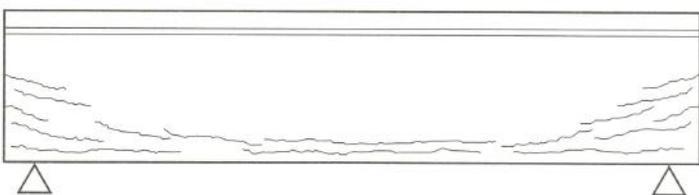
(1)



(2)



(3)



(4)

【問題 28】

火山ガスが活発に噴気している火口付近にある鉄筋コンクリート製高欄の全面に、写真のような変状が確認された。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。



- (1) 火山ガス中の二酸化炭素による炭酸化
- (2) 火山ガス中の二酸化硫黄による化学的侵食
- (3) 土壌中の硫酸塩による化学的侵食
- (4) 火山礫による摩耗(すり減り)

【問題 29】

鋼単純合成 I 桁橋の鉄筋コンクリート床版が疲労で劣化したため、床版を取り替えることになった。取替えに際して留意すべき事項に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の記号および語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

合成桁において、設計荷重作用時の断面の応力分布は、一般的には図の( A )となる。床版撤去後から取替えまでの間に、鋼 I 桁に作用する上載荷重等により、桁の上フランジと周辺ウェブが( B )しないように、また下フランジと周辺ウェブが( C )しないように施工時の安全性を確保する必要がある。なお、新たに床版を設置しただけでは合成桁として機能しないため、上部工として必要な耐荷力を確保する措置が必要である。

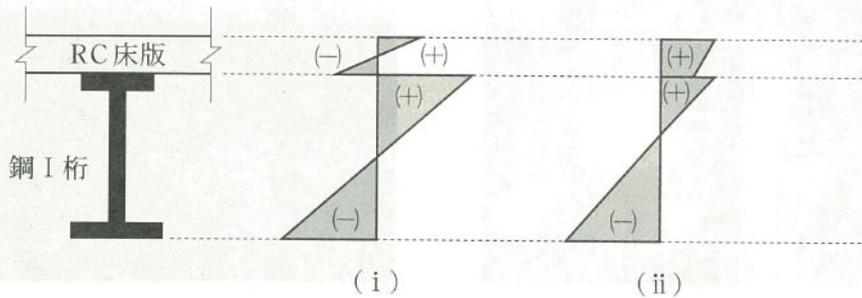


図 合成桁の断面の模式図と応力分布のイメージ

	(A)	(B)	(C)
(1)	(i)	座 屈	降 伏
(2)	(i)	降 伏	座 屈
(3)	(ii)	座 屈	降 伏
(4)	(ii)	降 伏	座 屈

【問題 30】

写真(A)および写真(B)は、火災を受けた鉄筋コンクリート造建築物の調査時の状況である。写真中の部位 a および部位 b における、常温に戻った直後のコンクリートに関する次の(1)～(4)の判断のうち、最も適当なものはどれか。



写真(A)



写真(B)

- (1) 部位 a では、火災による中性化が進行している。
- (2) 部位 a では、コンクリートの圧縮強度は火災前の 50 % 程度に低下している。
- (3) 部位 b では、コンクリートのヤング係数は火災前の 50 % 程度に低下している。
- (4) 部位 b では、コンクリート表面の受熱温度は 600 °C 以上に達している。

【問題 31】

鉄筋コンクリート造建築物のタイル外装仕上げにおいて、躯体との界面でタイルの剥離が発生した。タイル張り工法が、下図に示す後張り工法と先付け工法であった場合に適用する剥落防止対策として、(1)～(4)の組合せのうち、不適当なものはどれか。

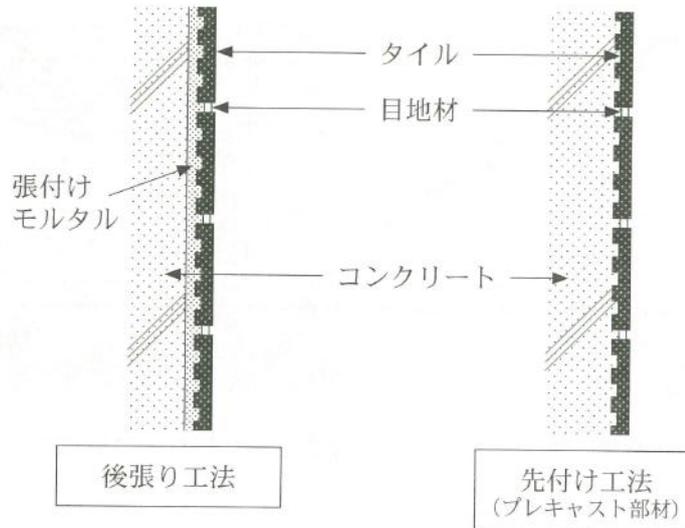


図 タイル張り工法の概念

剥落防止対策

対策A：目地部を削孔して注入口付アンカーピンを設置し、エポキシ樹脂を注入

対策B：アンカーピンで躯体に固定した補強メッシュとポリマーセメントモルタルでタイル面を被覆

	対象とする タイル張り工法	剥落防止対策
(1)	後張り工法	対策A
(2)	後張り工法	対策B
(3)	先付け工法	対策A
(4)	先付け工法	対策B

【問題 32】

夏期に施工されたボックスカルバートの側壁に、図に示すような幅 0.3～0.5 mm の貫通ひび割れが発生した。使用したセメントは普通ポルトランドセメントである。このようなひび割れを抑制するための対策として、次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。

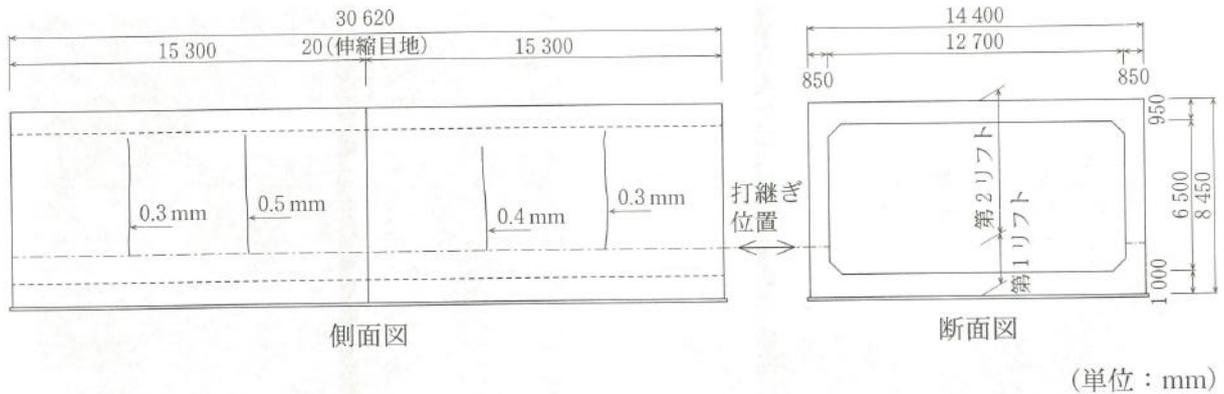


図 ボックスカルバートの概要とひび割れの発生状況

- (1) セメントを中庸熱ポルトランドセメントに変更する。
- (2) 側壁の主筋(鉛直方向)の鉄筋量を増やす。
- (3) コンクリート製造時に、冷却した粗骨材を使用する。
- (4) 伸縮目地を追加する。

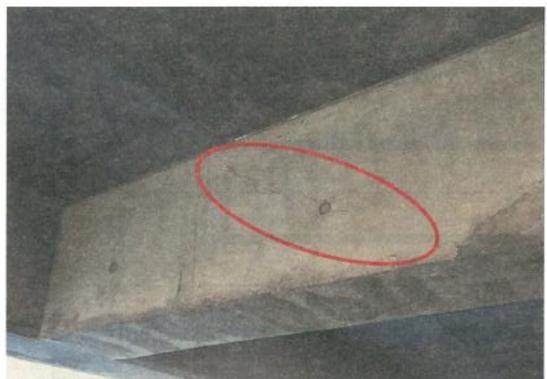
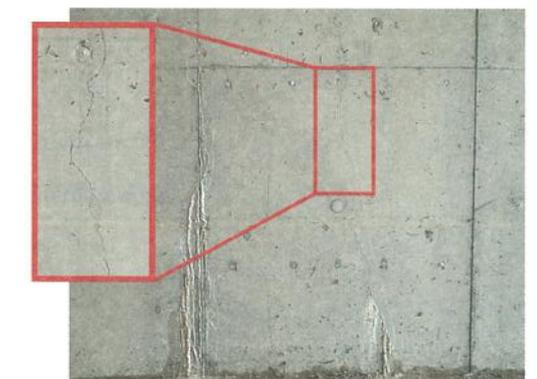
【問題 33】

鉄筋コンクリート構造物における劣化機構および対策の目的に対して適用する表面保護工法として、次の(1)～(4)の組合せのうち、不適当なものはどれか。

	劣化機構および対策の目的		表面保護工法
(1)	硫酸による化学的侵食	劣化因子の遮断	けい酸塩系表面含浸材を用いた表面含浸工法
(2)	中性化	劣化因子の遮断	エポキシ樹脂を用いた表面被覆工法
(3)	アルカリシリカ反応	劣化速度の抑制	シラン系表面含浸材を用いた表面含浸工法
(4)	凍害	劣化速度の抑制	ポリマーセメントモルタルを用いた表面被覆工法

【問題 34】

写真(A)～(D)に示す鉄筋コンクリート造建築物に発生したひび割れに対して、以下のように対策の目的が設定されている。設定した目的に対して選定する主な対策として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

	
<p>写真(A)：片持ち梁側面のせん断ひび割れ (ひび割れ幅 0.5 mm)</p>	<p>写真(B)：外壁のひび割れ (ひび割れ幅 0.3 mm)</p>
<p>対策の目的：耐荷力の回復</p>	<p>対策の目的：水の浸入防止</p>
	
<p>写真(C)：垂れ壁底面のひび割れ (ひび割れ幅 1.5 mm)</p>	<p>写真(D)：地下外壁内面のひび割れ (ひび割れ幅 0.1 mm)</p>
<p>対策の目的：鉄筋腐食の進行抑制</p>	<p>対策の目的：漏水の防止</p>

	写 真	対 策
(1)	(A)	セメント系注入材を用いた低圧注入工法
(2)	(B)	可とう性エポキシ樹脂を用いたUカット充てん工法
(3)	(C)	ウレタン系注入材を用いた低圧注入工法
(4)	(D)	ポリマーセメントペーストを用いた表面被覆工法

【問題 35】

コンクリート構造物の断面修復工法に用いられるポリマーセメントモルタルのポリマーセメント比(P/C)と、ポリマーセメントモルタルの性能の一般的な大小関係の組合せを示す表中の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。なお、P/Cは5%～10%の範囲とし、P/Cが変化してもポリマーセメントモルタルの水セメント比は変化しないものとする。

	性 能	小 ← ポリマーセメント比(P/C) → 大
(1)	圧縮強度	小 ←————→ 大
(2)	既設コンクリートとの付着性	小 ←————→ 大
(3)	透水係数	大 ←————→ 小
(4)	中性化速度係数	大 ←————→ 小

【問題 36】

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。

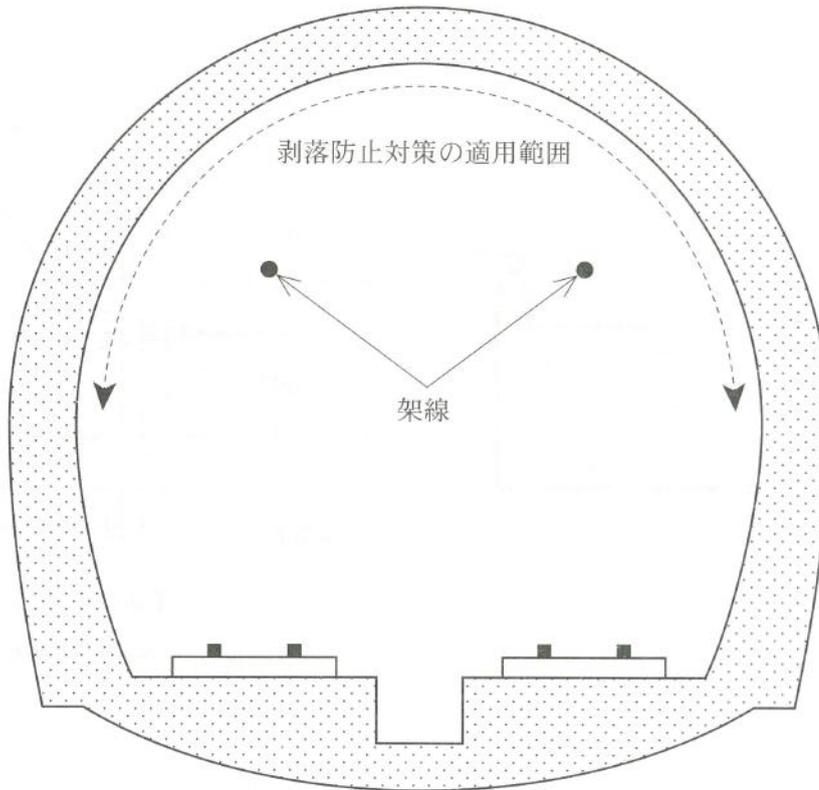


図 鉄道トンネルの断面の概要

- (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 37】

塩害環境下にある鉄筋コンクリート構造物に対して、図1に示すような外部電源方式の電気防食(カソード防食)を適用することとした。事前に、コンクリート構造物に埋設された鉄筋の分極特性を求めたところ、図2に示す結果を得た。通電時の電位変化量を100 mVとして電気防食を行うために必要な電流密度と、図1に示す電流の向き(1)~(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

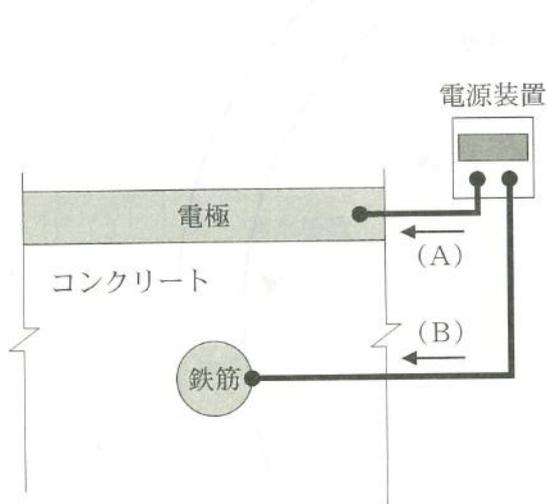


図1 電気防食の概念

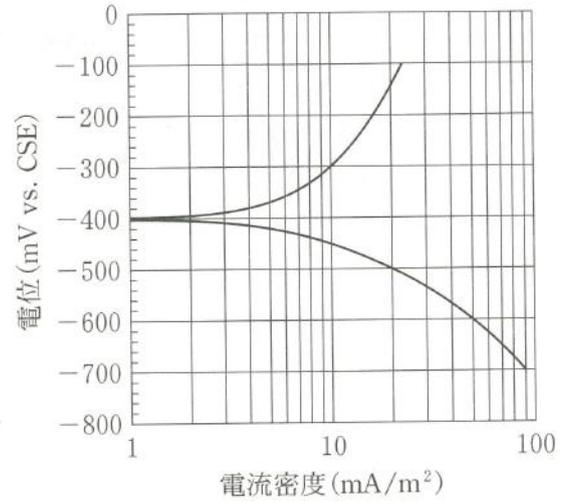


図2 鉄筋の分極曲線

	電流密度	電流の向き
(1)	10 mA/m <sup>2</sup>	(A)
(2)	10 mA/m <sup>2</sup>	(B)
(3)	20 mA/m <sup>2</sup>	(A)
(4)	20 mA/m <sup>2</sup>	(B)

【問題 38】

輪荷重が繰返し作用する道路橋鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力の算定式に関する、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。

輪荷重が繰返し作用する鉄筋コンクリート床版は、床版が梁状化した後、図1に示すように載荷面端部から45°以下でせん断ひび割れが発生し、床版を貫通して疲労破壊に至ると考えられる。このような破壊モデルに基づけば、床版の押抜きせん断耐力は、(A)領域のコンクリートのせん断抵抗力と(B)鉄筋のダウエル効果による抵抗力の和として下式で表される。このことから、(C)側を高強度のコンクリートで増厚することにより、押抜きせん断耐力を向上させる工法が用いられている。

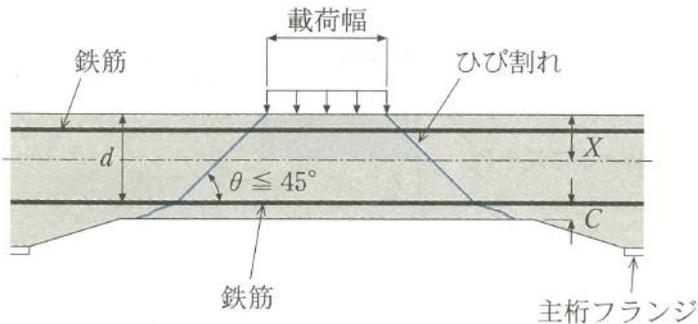


図1 鉄筋コンクリート床版の概要

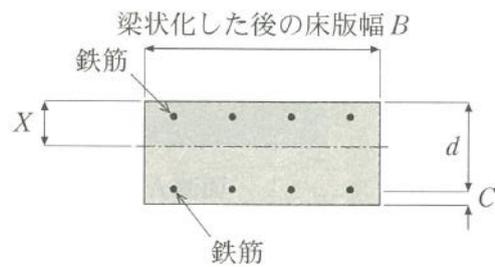


図2 梁状化の断面モデル

鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力  $P$

$$P = 2B \cdot \tau_s \cdot X + 2B \cdot \sigma_t \cdot C$$

ここに、 $B$ ：梁状化した後の床版幅(図2参照)

$\tau_s$ ：コンクリートのせん断強度

$X$ ：コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離

$\sigma_t$ ：コンクリートの引張強度

$C$ ：コンクリートの引張縁から鉄筋中心までの距離

	(A)	(B)	(C)
(1)	圧縮	圧縮	引張
(2)	圧縮	引張	圧縮
(3)	引張	圧縮	引張
(4)	引張	引張	圧縮

【問題 39】

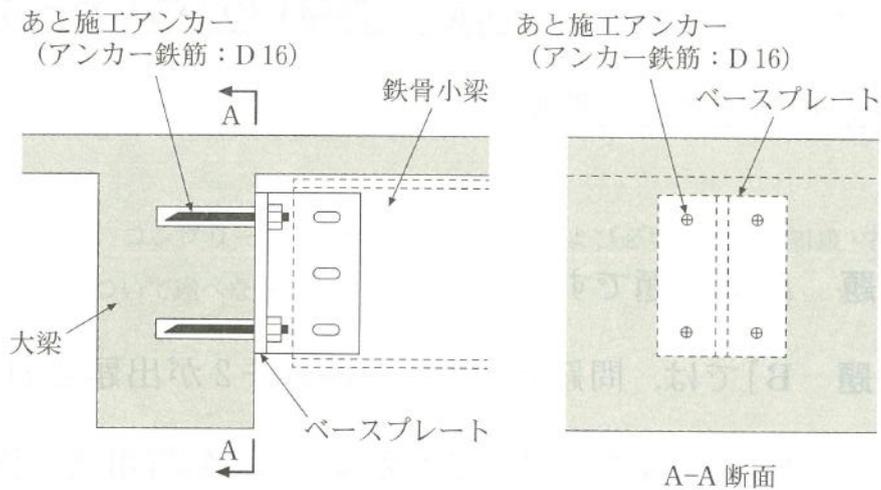
ライフサイクルコストを算出する場合、将来に要する費用を現在価値に置き換える必要がある。X年後に実施を予定している補修工事の費用を、複利法によって現在価値に換算する式として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。ここで、 $\gamma$ は社会的割引率とし、物価の変動は無いものとする。

- (1)  $(X \text{ 年後の補修工事の費用}) \times (1 + \gamma)^X$
- (2)  $(X \text{ 年後の補修工事の費用}) \times (1 + X \cdot \gamma)$
- (3)  $\frac{X \text{ 年後の補修工事の費用}}{(1 + \gamma)^X}$
- (4)  $\frac{X \text{ 年後の補修工事の費用}}{(1 + X \cdot \gamma)}$

【問題 40】

鉄筋コンクリート床スラブの振動対策として、あと施工アンカーを用いて鉄骨小梁を大梁に取り付ける場合、梁接合部(A-A断面)のせん断耐力として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

ただし、あと施工アンカー1本当たりのせん断耐力には、以下に示す算定値を用いる。



アンカー鉄筋の強度から決まる、あと施工アンカー1本当たりのせん断耐力  $Q_{a1}$

$$Q_{a1} = 0.7 \sigma_y \cdot s a_e = 47.8 \text{ kN}$$

コンクリートの支圧強度から決まる、あと施工アンカー1本当たりのせん断耐力  $Q_{a2}$

$$Q_{a2} = 0.4 \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \cdot s a_e = 53.7 \text{ kN}$$

ここに、 $\sigma_y$  : アンカー鉄筋の降伏点

$\sigma_B$  : 大梁コンクリートの圧縮強度

$E_c$  : 大梁コンクリートのヤング係数

$s a_e$  : アンカー鉄筋の1本当たりの断面積

- (1) 95.6 kN
- (2) 107 kN
- (3) 191 kN
- (4) 215 kN

## [記述式問題]

記述式問題は、問題Aおよび問題Bの2つがあります。問題Aと問題Bの両方に答えなさい。問題A，問題Bのどちらか一方のみの解答は採点の対象となりません。

1. [問題 A]は1題です。
2. [問題 B]では、問題B—1，問題B—2が出題されています。このうち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なさい。該当欄に記入された番号に従って採点されます。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 A]

2016年に発生した熊本地震やその他の自然災害を通じて、国・地方自治体の庁舎や学校、道路、鉄道などの公共施設の被災後の使用性と復旧性の重要度が再認識されました。

これらを踏まえ、以下の問いに合計1000字以内で答えなさい。

[問 1]

コンクリート構造物の被災後の使用性や復旧性を確保するために、平時において必要な維持管理計画のあり方について、コンクリート診断士の立場からあなたの考えを述べなさい。

[問 2]

上記を踏まえて、コンクリート診断士の社会的役割および必要とされる知識・技術力、心構え(理念、姿勢等)について述べなさい。

[問題 B]

問題B—1, 問題B—2のうち, いずれか1題を選択して答えなさい。

【問題 B-1】

建設後 30 年が経過した、鉄筋コンクリート (RC) 造煙突の健全性調査を行った結果、表 1 および図 1 に示す状況が確認された。なお、表 2 は煙突の諸元、表 3 はコンクリートの概要である。

これらを受けて、次の問いに合計 1000 字以内で答えなさい。

[問 1]

煙突頂部のひび割れ(図 1 の破線部、写真 1)が生じた原因を推定し、その推定理由を述べなさい。

[問 2]

写真 2 に示す主筋の腐食が生じた理由を述べなさい。また、写真 4 に示す壁体内側と壁体外側で中性化深さに違いが生じた理由を述べなさい。

[問 3]

この煙突を今後 30 年間使用するために必要な調査方法、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。

表 1 煙突の状況

部位等	状 況	参 照
壁体外側	<ul style="list-style-type: none"> <li>・煙突頂部に、特に多くひび割れが発生</li> <li>・ひび割れは、最大幅 2 mm 程度、壁体を貫通</li> <li>・ひび割れ部に沿った位置の主筋が腐食</li> </ul>	図 1 写真 1 写真 2
壁体外側の表面温度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・煙突頂部の稼働時の温度は 50℃ 程度</li> <li>・煙突頂部の非稼働時の温度は外気温程度</li> <li>・煙突基部では稼働時、非稼働時とも外気温程度</li> </ul>	図 2
煙突内部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・煙突頂部で、排気ガス中の SO<sub>x</sub> と H<sub>2</sub>O が硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) となって煙突内部に結露し、耐熱ライニング(耐火れんがや目地)が損傷</li> <li>・上記の耐熱ライニングの損傷により、壁体内側のコンクリート表面にも硫酸が結露</li> </ul>	写真 3  図 1
煙突頂部のコンクリートの中性化深さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・壁体外側 10 mm、壁体内側 20 mm</li> </ul>	写真 4

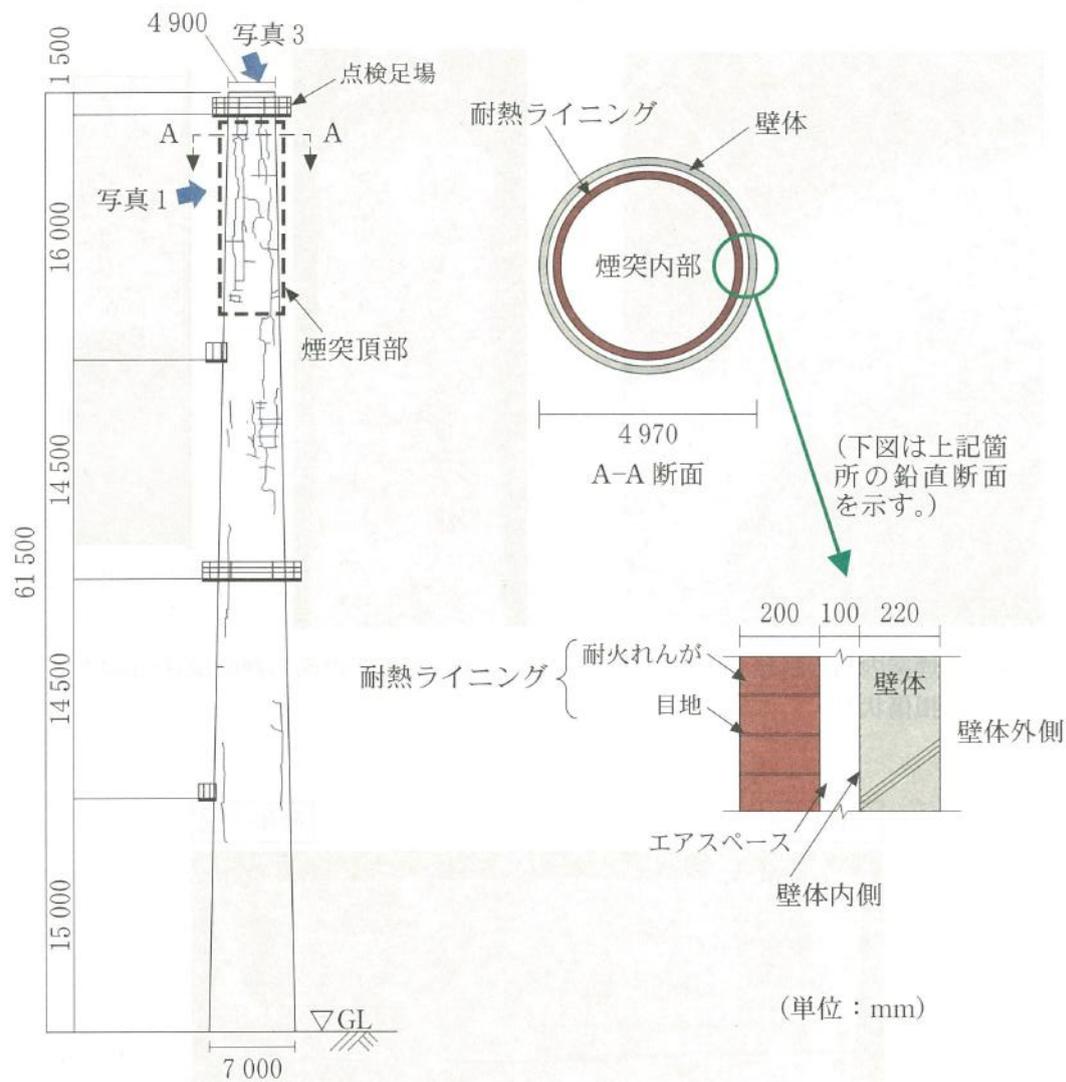


図1 煙突の立面，断面およびひび割れ発生状況



写真1 壁体外側に認められる貫通ひび割れの状況  
(破線部は写真2の位置，赤丸は写真4のコア採取位置)



写真2 はつり後の鉄筋の腐食状況(主筋がフープ筋より激しく腐食)



写真3 煙突内部の耐熱ライニングの損傷状況

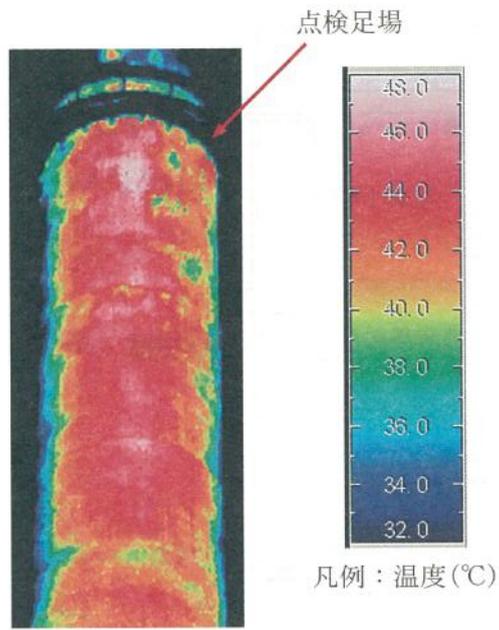


図2 煙突頂部の熱画像(稼働時)

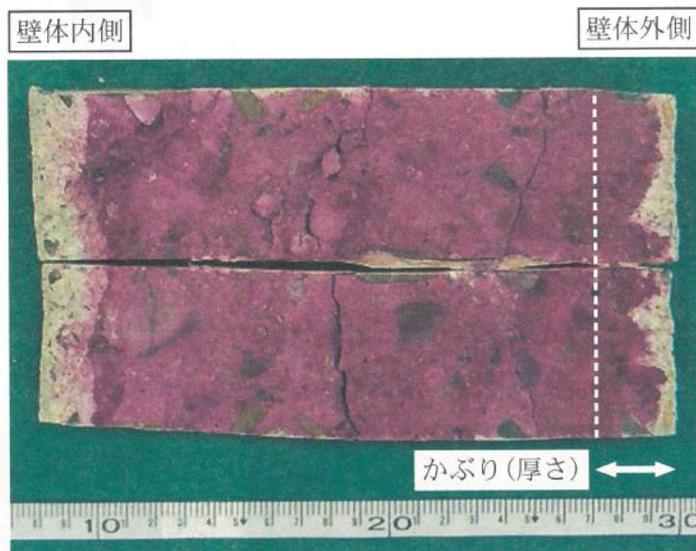


写真4 煙突頂部のひび割れのない位置(写真1の赤丸の位置)で採取したコア供試体の中酸化状況(白い矢印は壁体外側のかぶり(厚さ)に相当)

表2 煙突の諸元

建設年	1987年
立地および用途	関東地方の内陸部，重油燃焼による排気ガスの排出
壁体(RC断面)	最頂部：壁体の厚さ 200 mm，外側かぶり(厚さ)30 mm， 主筋 D 19@200 ダブル配筋 最基部：壁体の厚さ 800 mm，外側かぶり(厚さ)50 mm， 主筋 D 29@150 ダブル配筋
排気ガス温度	稼働時 煙突頂部：140 °C，煙突基部 195 °C
排気ガスの成分	CO <sub>2</sub> (濃度 5.5 %)，H <sub>2</sub> O，SO <sub>x</sub> (濃度 20 ppm)
煙突の運用状況	2日/週は非稼働

表3 コンクリートの概要

設計基準強度	21 N/mm <sup>2</sup>
スランプ	18 cm
水セメント比	58.0 %
単位水量	180 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	川砂利

【問題 B-2】

供用開始後 30 年が経過した、中国地方内陸部に位置する幹線道路の橋梁(PC 箱桁橋・RC 中空床版橋)の調査を行った。図 1 はこの橋梁の側面図、表 1 は橋梁諸元等である。調査の結果、写真 1 の A 部、写真 2 の B 部、および写真 3 の C 部に示すような変状が認められた。写真 1～3 の撮影箇所は図 1 に示すとおりである。

これらの変状について、次の問いに合計 1000 字以内で答えなさい。

[問 1]

PC 箱桁橋(A 部、B 部)および RC 中空床版橋(C 部)の変状の原因をそれぞれ推定し、その推定理由を述べなさい。また、それぞれの変状に対する健全性の診断に必要な調査項目を述べなさい。

[問 2]

この橋梁は、今後 50 年間使用する計画である。PC 箱桁橋(A 部、B 部)および RC 中空床版橋(C 部)の変状に対して必要な対策を提案しなさい。

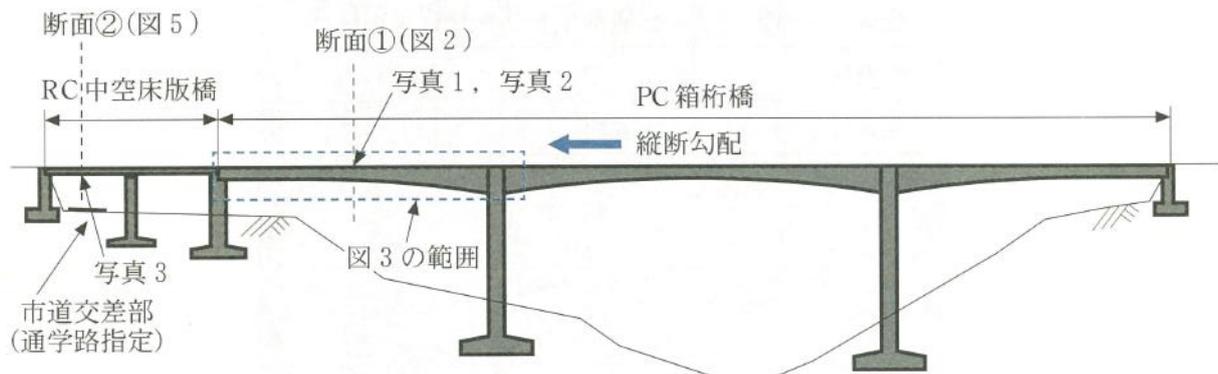


図 1 橋梁側面図

表1 橋梁諸元等

項目	内容	
橋梁概要	形式：PC 3 径間連続箱桁橋(60 m + 80 m + 60 m) + RC 2 径間連続中空床版橋(2 @18 m) 適用示方書：昭和 55 年道路橋示方書	
調査結果	コンクリートの設計基準強度	PC 箱桁橋：40 N/mm <sup>2</sup> RC 中空床版橋：24 N/mm <sup>2</sup>
	施工方法	PC 箱桁橋：張出し架設工法(PC 鋼棒 φ 32 mm B 種) 側径間部 PC 鋼棒(主鋼材)配置を図 3 に示す RC 中空床版橋：固定式支保工架設工法
	防水層の有無	無し
	交通の状況	交通量：25000 台/日 大型車混入率：30 %
	凍結防止剤の散布	あり
	骨材	アルカリシリカ反応性：無害
	RC 中空床版橋での交差道路の概要	市道は地域交通を担う道路，通学路指定
	B 部付近のグラウトホースの配置	図 4 に示す

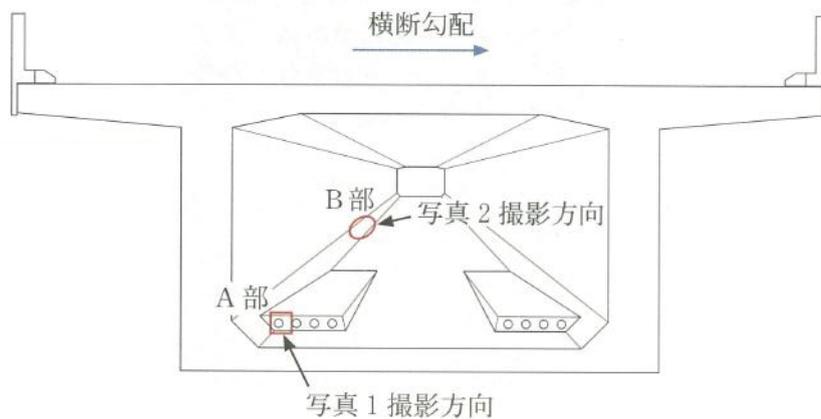
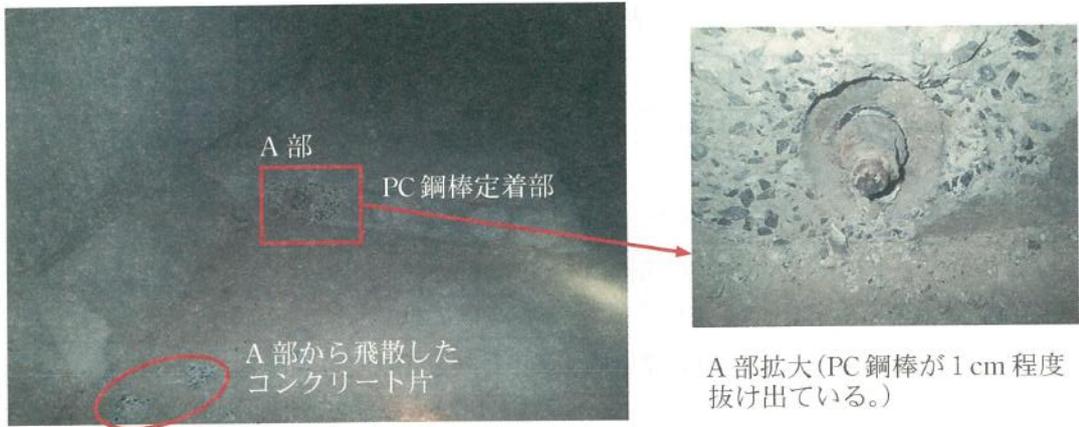


図2 PC 箱桁橋の断面(断面①)とその周辺の模式図



箱桁内のA部周辺状況

写真1 下床版のPC鋼棒定着部(A部)の変状



写真2 下床版ハンチ部近傍(B部)の変状(シース配置箇所に、エフロレッセンスと錆汁を伴ったひび割れが見られる。)

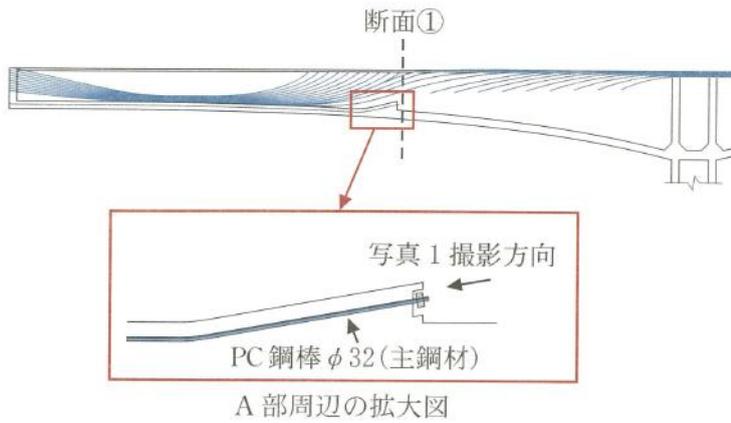


図3 PC箱桁橋側径間部の鋼棒配置図

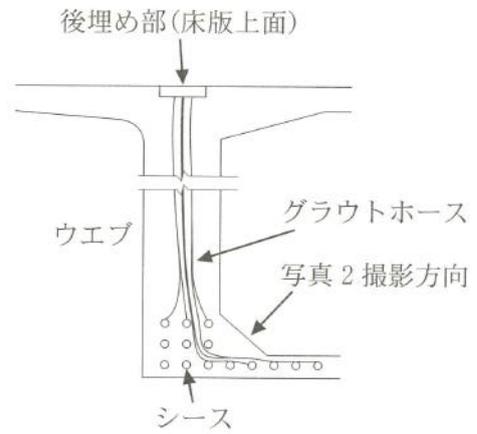


図4 B部付近のグラウトホースの配置図

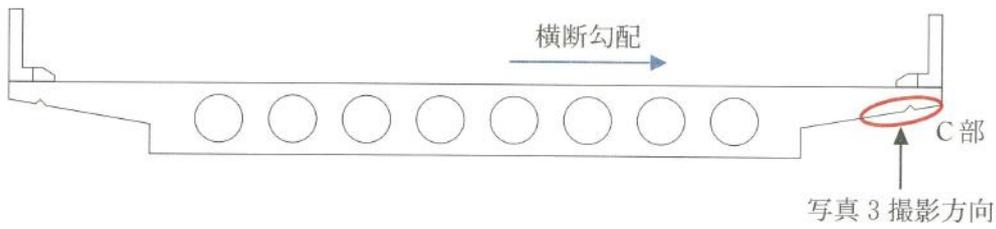


図5 RC中空床版橋の断面(断面②)



写真3 張出し部(C部)の変状(コンクリートの浮き・剥離, 錆汁が見られる。)