

[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 15cm 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、表面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)	急激な水和分離	自己収縮ひずみが大きくなる	ブリーディング

ブリーディングは、凝結が始まる前の材料分離である。コンクリート材料のうち、最も軽い水が分離してコンクリート上面に浮上し、凝結が始まると上昇する分離水が減少する。浮上した水を取り除かずにこてで上面を均すと、脆弱な層が形成され、表層剥離が生じる原因となる。したがって、(A)は材料分離、(B)は脆弱層が形成される、(C)はブリーディングが入る。以上より、適当なものは(1)である。

正解 (1)

[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。

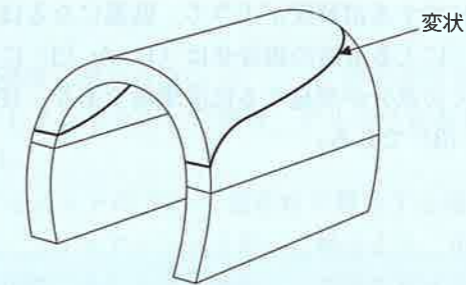


図 覆工コンクリートの概要

トンネルの覆工コンクリートは片側の天端付近から圧送により打ち込まれる場合が多い。コンクリートが連続的に打ち込まれず、途中で供給が長く止まるとコールドジョイントが生じる場合がある。図を見ると、コンクリートが流動した形状であるとみられる変状が生じており、コンクリートの打重ね時間間隔が長くなったことが原因と考えられる。

(1)の地山による変形、(2)の型枠の変形では斜めに変状が生じることは考えにくい。(3)過剰な締固めでは、表面気泡が多くなるが斜めの変状は生じない。以上より、適当なものは(4)である。

正解 (4)

[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

エフロレッセンスは、可溶性であるセメントの水和物である水酸化カルシウムがコンクリート表面に溶出し、二酸化炭素と反応して炭酸カルシウムの結晶になる現象である。水酸化カルシウムは高温になるほど水に対する溶解度が小さく、低温になるほど溶解度は大きくなる。

したがって、(A)と(C)に入る用語の組合せは(1)か(3)になる。エフロレッセンスが発生しやすいのは、より多くの水分が蒸発する低温環境であり、(B)は低温が適切である。以上より、適当なものは(3)である。

正解 (3)

[問題 4]

下図に示すPC3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。

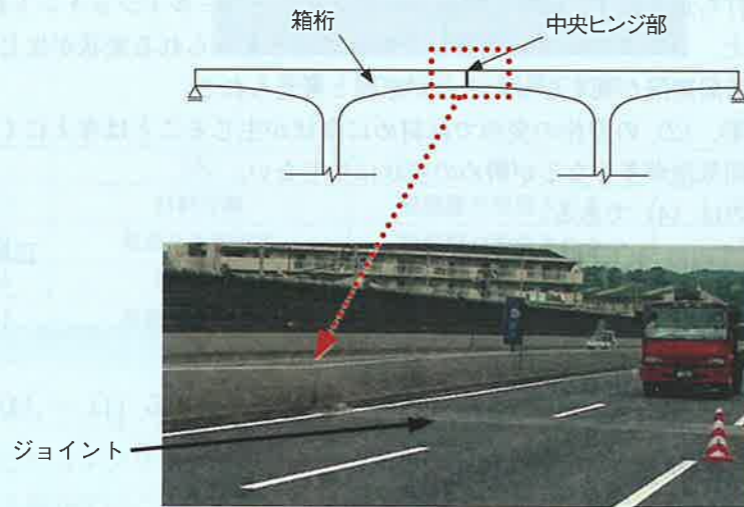


図 中央ヒンジ部周辺の状況

- (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

中央ヒンジを有する連続桁では、経年の供用でたわみが増加する可能性がある。その原因としては、コンクリートの収縮か、桁の剛性の低下が考えられる。

(1)のクリープの増大、(2)の乾燥収縮の進行はプレストレス力の低下を招き、たわみが増加する可能性がある。 (3)のPC鋼材の破断は桁の剛性低下につながり、たわみが増大する可能性がある。 (4)のせん断補強筋の腐食は曲げ剛性の低下につながる可能性は低く、不適当である。以上より、不適当なものは(4)である。

正解 (4)

[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℃程度で中性化速度は最も大きくなる。

コンクリートの中性化は、高アルカリ性であるセメントの水和生成物が、二酸化炭素との反応により徐々に中性に向かう現象である。

- (1) アルカリ性が高いほど中性化しにくいですが、中性化速度は大きくなる。
- (2) 同一の置換率であると、高炉スラグ微粉末よりフライアッシュを用いる方が中性化速度は大きい。
- (3) コンクリートの中性化速度は、コンクリートの組織の緻密さや含水率に左右され、骨材の組織の緻密さにも影響される。
- (4) 中性化速度は相対湿度が60%程度の場合に最も大きくなるが、温度については高温になるほど中性化速度が大きくなる。

以上より、適当なものは(1)である。

正解 (1)

[問題 6]

コンクリートの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)になり、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

コンクリート中にある鋼材が腐食する際の反応メカニズムに関する設問である。コンクリートは含水率が増加するほど電気抵抗は小さくなり、鋼材の腐食速度は大きくなる。しかし、鋼材の腐食反応(カソード反応)には水と酸素が必要であり、含水率が増加して飽水状態になると腐食に必要な酸素の供給が少なくなるため、腐食速度は小さくなる。以上より、適当なものは(3)である。

正解 (3)

[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。

アルカリシリカ反応は、骨材中の反応性シリカとコンクリートのアルカリが反応する現象である。この反応に伴い、骨材表面に生成されたシリカのゲルが吸水膨張することにより、コンクリート表面にひび割れが生じる場合がある。

リチウムイオンはシリカのゲルを非膨張化させる効果があり、(2)は適当である。(1)については、反応性骨材の量が多いほど膨張の量は多くなる。これは反応性シリカとアルカリとのバランスからなるもので、ベシマム現象という。(3)の膨張の速度については、初期は膨張が生じず、その後増加し、最終的には収束する傾向であり、不適当である。(4)中性化が進行するとコンクリート中のアルカリ量が減少し、膨張速度が大きくなることはない。

以上より、最も適当なものは(2)である。

正解 (2)

[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。

コンクリート内部の水が凍結して氷になると、9%の体積膨張を生じ、内部に圧力が生じる。凍結融解の繰り返しによりこれが繰り返されると、組織の脆弱化につながる。また、コンクリートの表面には徐々にスケーリングが生じる。

- (1) コンクリート中の細孔中の水は、温度降下しても凍結しにくい性質を持つ。
- (2) コンクリート中の気泡は、小さいほど気泡間隔係数が小さく、耐凍害性は高くなる。
- (3) 海水が含まれるとコンクリート中の水は凍結温度が低下するが、耐凍害性は低下し、スケーリングは生じやすくなる。
- (4) 寒冷地では、雪で覆われている方が凍結融解の繰り返し回数が少なく、凍害は受けにくくなる。

以上より、適当なものは(4)である。

正解 (4)

[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

コンクリートは、硫酸塩の存在でエトリンガイトを生成して、膨張劣化を生じる場合がある。蒸気養生などで高温にさらすとエトリンガイトが分解するものの、その後水分の多い環境においてエトリンガイトが生成され、経年後に著しい膨張を生じることにより、表面にひび割れが生じることがある。この現象は DEF (Delayed Ettringite Formation) と呼ばれている。

以上より、適当なものは (3) である。

正解 (3)

[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 ₂	凝固点降下	pHの上昇
(4)	CaCl ₂	昇華	浸透圧の増加

コンクリートの劣化は複数の要因で生じる場合が多い。凍害は、コンクリート中の水の凍結膨張の繰り返し作用により生じるが、NaCl や CaCl₂ が供給されると、毛細管内の水の凝固点が低下し凍害劣化は促進される。凍害を受けると組織が脆弱化し劣化因子が侵入しやすくなり、NaCl が侵入すると、細孔内の Na イオンの影響により pH が上昇しアルカリシリカ反応が促進される場合がある。

以上より、最も適当なものは (2) である。

正解 (2)

[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) の語句の組み合わせのうち、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) 剛性や地盤バネの変化に着目した健全性の評価が可能なことから、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。

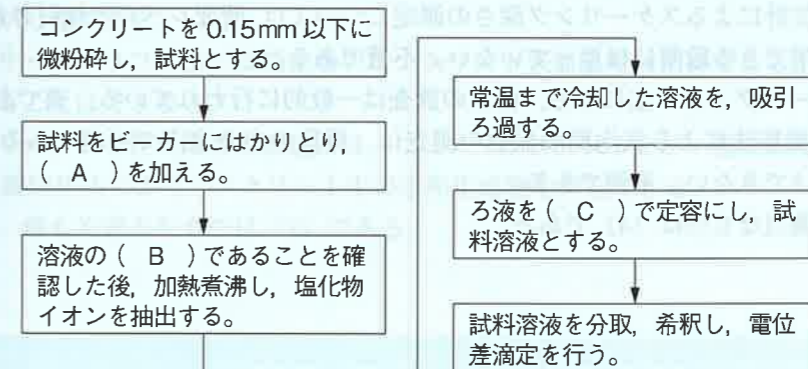
	(A)	(B)	(C)
(1)	衝撃係数	曲げ	せん断
(2)	固有振動数	せん断	曲げ
(3)	衝撃係数	せん断	曲げ
(4)	固有振動数	曲げ	せん断

衝撃振動試験は、重錘で構造物を打撃し、その応答から固有振動数を求め、構造物の健全度を診断する試験である。重錘の打撃位置は、構造物の天端付近とする場合が多く、この場合は曲げの一次モードで揺れることになる。一般に、せん断による変形量はわずかである。したがって、A には固有振動数、B にはせん断、C には曲げが入る。以上より、適当なものは (2) である。

正解 (2)

[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、JIS A 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) に照らして、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

電位差滴定法では、コンクリートを微粉碎した後、硝酸を加えて溶液のpHを3以下にしたがって、Aには硝酸、BにはpH3以下が入る。

次いで、上記の溶液を加熱煮沸して全塩化物イオンを抽出する。溶液を冷却後、吸引ろ過し、蒸留水で定容にし、試料溶液とする。したがって、Cには蒸留水が入る。

その後、塩化物イオン電極を用いた電位差滴定装置に試料溶液をセットし、硝酸銀水溶液で滴定する。

以上より、適当なものは(1)である。

正解 (1)

[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

(A) レーザ変位計によるスケーリング深さの測定については、研究レベルで検討されているが、現場で実用できる段階には至っていない。不適である。

(B) 赤外線サーモグラフィ法による、浮きの調査は一般的に行われている。適である。

(C) X線透過撮影法による気泡間隔係数の測定は、機器のある室内で可能であるが、現場で行うことはできない。不適である。

以上より、適当なものは(4)である。

正解 (4)

[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、レーダ距離計により測定した。

- (1) 一般の構造物において、デジタルカメラで取得した画像を用いて、ひび割れ密度等のデータ整理が行われている。RC床版においても同様の作業が可能である。適当である。
 - (2) 衝撃弾性波法では、コンクリート中の弾性波伝播速度等を測定することにより、コンクリートの部材厚さやひび割れ深さを推定することができるが、ひび割れ幅の推定には用いられない。不適当である。
 - (3) RC床版の上面から、電磁波レーダによる土砂化等の変状検知が試みられている。適当である。
 - (4) 実橋梁における測定実績から、レーザ距離計により床版のたわみ計測が可能なが確認されている。適当である。
- 以上より、不適当なものは(2)である。

正解 (2)

[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) コンクリートの中性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。

(1) 火災時におけるコンクリートの受熱温度は、コンクリート表面の変色状況によりある程度の推定が可能である。

(2) 赤外線サーモグラフィ法では測定時のコンクリート表面温度は把握できるが、受熱温度を推定することはできない。

(3) コンクリートの中性化深さの測定には、フェノールフタレインが一般的に用いられる。

(4) 粉末X線回折法によりコンクリート中の水和生成物を同定できる。

以上より、最も不適当なものは(2)である。

正解 (2)

[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通りであった。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。

- (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。

表 当初の反発度の測定結果

37	40	34
34	36	33
35	37	29

反発度の個々の測定値が、平均値の±20%の範囲に入っていれば補正は不要である。本問の平均値は $(37 + 40 + 34 + 34 + 36 + 33 + 35 + 37 + 29) \div 9 = 35$ になる。したがって、28～42の範囲であれば、補正は不要である。

本問ではすべての測定値が28～42の範囲に含まれており、すべての測定値を有効としてよい。

以上より、適当なものは(4)である。

正解 (4)

[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、コンクリート中での電磁波速度Vとコンクリートの比誘電率ε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)	$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon}}$	$D = \frac{V \cdot T}{2}$	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

コンクリート中の電磁波速度Vは $V = C/\sqrt{\epsilon}$ で表される。また、電磁波の往復伝播時間をTとすれば、かぶり(厚さ)Dは $D = VT/2$ となる。
 コンクリートの比誘電率は、乾燥状態で4～12、湿潤状態で8～20とされている。したがって、比誘電率を固定して測定した場合、コンクリートが乾燥状態にあると電磁波速度を小さく見積もってしまうことになるため、かぶり(厚さ)を小さく推定することになる。
 以上より、適当なものは(1)である。

正解 (1)

[問題 18]

コンクリート構造物から採集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、JIS A 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ため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。

- (1) 測定面が濡れている場合は、測定面を自然乾燥させるか、またはドライヤなどにより乾燥させる。正しい。
- (2) 測定面の処理後に直ちに測定できない場合は、ラッピングフィルム等で測定面を密封しておく必要がある。これは測定面を空气中に長時間放置しておくことと中性化が進行し、正確な中性化深さの測定ができなくなる恐れがあるためである。正しい。
- (3) 中性化深さは、フェノールフタレイン溶液を噴霧して呈色した部分が安定してから測定する必要がある。正しい。
- (4) フェノールフタレイン溶液を噴霧した際に、鮮明な赤紫色に着色した部分より浅い位置に薄赤紫色の部分が現れる場合がある。このような場合は、鮮明な赤紫色の部分までの距離を中性化深さとして測定するとともに、薄赤紫色の部分までの距離も測定しておくことと参考になる。誤りである。
 以上より、誤っているものは(4)である。

正解 (4)

[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

- 白色ゲル状物質の化学成分の分析には、蛍光X線分析や元素分析を含む走査型電子顕微鏡(SEM)観察が用いられることがある。適当である。
- 骨材の岩種や反応性鉱物の種類と量を調べるために、偏光顕微鏡による観察、粉末X線回折が実施されることがある。適当である。
- 硬化コンクリートのアルカリを分析する場合、水溶液試料を調整し、Na, Kは原子吸光度計またはICPにて、OH⁻は塩酸滴定にて分析を行う。不適当である。
- コンクリートの弾性係数は、コンクリートコアの圧縮試験や超音波伝播速度の測定値から求める。適当である。

以上より、不適当なものは(3)である。

正解 (3)

[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。

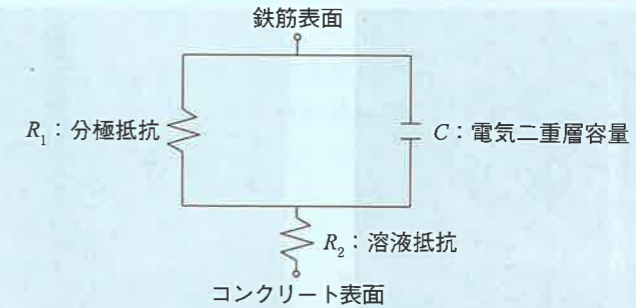


図 電氣的等価回路モデル

	(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	$R_1 + R_2$	$\frac{1}{R_1}$

容量成分Cがほとんど充電されない程度の高周波数の電流を印加すると、電流は $R_2 \sim C$ の経路を通る。したがって、Aには R_2 が入る。

容量成分Cが十分充電される程度の低周波数の電流を印加すると、電流は $R_2 \sim R_1$ の経路を通るため全体の抵抗は $(R_1 + R_2)$ として測定される。したがって、Bには $R_1 + R_2$ が入る。鉄筋の腐食速度は分極抵抗 R_2 の逆数に比例する。したがって、Cには $1/R_1$ が入る。以上より、適当なものは(4)である。

正解 (4)

[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)の変状によって、鉄筋腐食は促進されにくいと判断した。
- 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。
- 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。



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) : 鉄筋に砂すじが認められた

	(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

- (A) 豆板が発生すると、その表層部の硬さに関わらず、外部から空気や水などが浸入しやすくなる。そのため、鉄筋腐食は促進されやすくなるので、「不適」である。
- (B) ひび割れが鉄筋に到達していなくても、ひび割れ部分における中性化は促進されるため、「不適」である。
- (C) 表面に砂すじが生じると、美観を損ねたり、耐久性が低下する可能性はあるが、耐荷力の低下にはつながりにくいため、「適」である。
- 以上より、適当なものは (3) である。

正解 (3)

[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。

ひび割れ補修跡（橋軸方向のひび割れはポイド管に沿っている）



写真1 撮影方向

写真1 外観



写真2 床版下面の状況

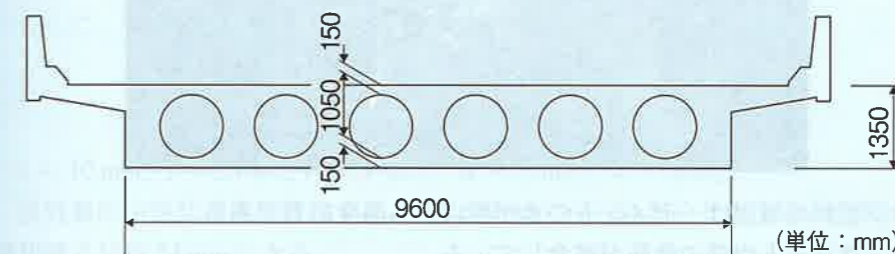


図 PC中空床版橋の断面

- (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

- (1) 活荷重の作用による疲労であれば、橋軸方向と直交するひび割れあるいは2方向のひび割れが発生するため、不適当である。
- (2) 鉄筋腐食が生じていると、ひび割れを単に補修するだけでなく、鉄筋位置までコンクリートをはつき取り、鉄筋の腐食部分を取り除き防錆処理を施す必要があるため、断面修復による補修となる。また、竣工後10年経過する前に発生したひび割れのため、鉄筋腐食は考えにくい。そのため、不適当である。
- (3) ポイド管の腐食であると、腐食部分を取り除くなどの必要が生じるため、断面修復による補修となる。また、竣工後10年経過する前に発生したひび割れのため、ポイド管の腐食

は考えにくい。そのため、不適當である。

- (4) PC床版には、早強もしくは普通ポルトランドセメントを用いた富配合のコンクリートが使用されるため、セメントの水和熱によるひび割れの可能性はあり、適當である。以上より、適當なものは(4)である。

正解 (4)

【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、不適當なものはどれか。



- (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。

- (1) 建築物の屋上スラブにおいて、通常、スラブ厚は水和熱により温度が上昇するほど厚くないので、セメントの水和熱によるひび割れが生じることは考えにくいため、不適當である。
- (2) 白色のエフロレッセンスとともに、茶褐色の錆汁も見受けられるため、鉄筋は腐食していると考えられる。そのため、適當である。
- (3) つらら状の析出物は、ひび割れからの漏水に伴いコンクリートの成分が溶出・蓄積した遊離石灰のため、適當である。
- (4) ひび割れに沿って生じた漏水に伴うエフロレッセンスより、屋上防水は劣化していると考えられるため、適當である。

以上より、不適當なものは(1)である。

正解 (1)

【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10mm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、最も適當なものはどれか。

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、打破し仕上げとし、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14mm	約20mm
(2)	約14mm	約28mm
(3)	約20mm	約28mm
(4)	約20mm	約40mm

中性化の進行は、経過時間の平方根に比例するため、式①で表される。

$$y = A\sqrt{t} \quad \dots\dots\text{式①}$$

ここに、 y ：中性化深さ (mm)

A ：中性化速度係数 (mm/年)

t ：経過年数 (年)

まず、 $y = 10\text{ mm}$ 、 $t = 25\text{ 年}$ を代入すると、 $A = 2\text{ mm/年}$ となる。

次に、屋外側の中性化速度係数は 2 mm/年 のため、 $t = 50\text{ 年}$ を代入すると、50年後の屋外側の中性化深さは約14mmになる。

屋内側は屋外側の炭酸ガス濃度の2倍であり、中性化速度は炭酸ガス濃度の平方根に比例するものとしているため、屋内側は屋外側の中性化深さの $\sqrt{2}$ 倍の約20mmになる。

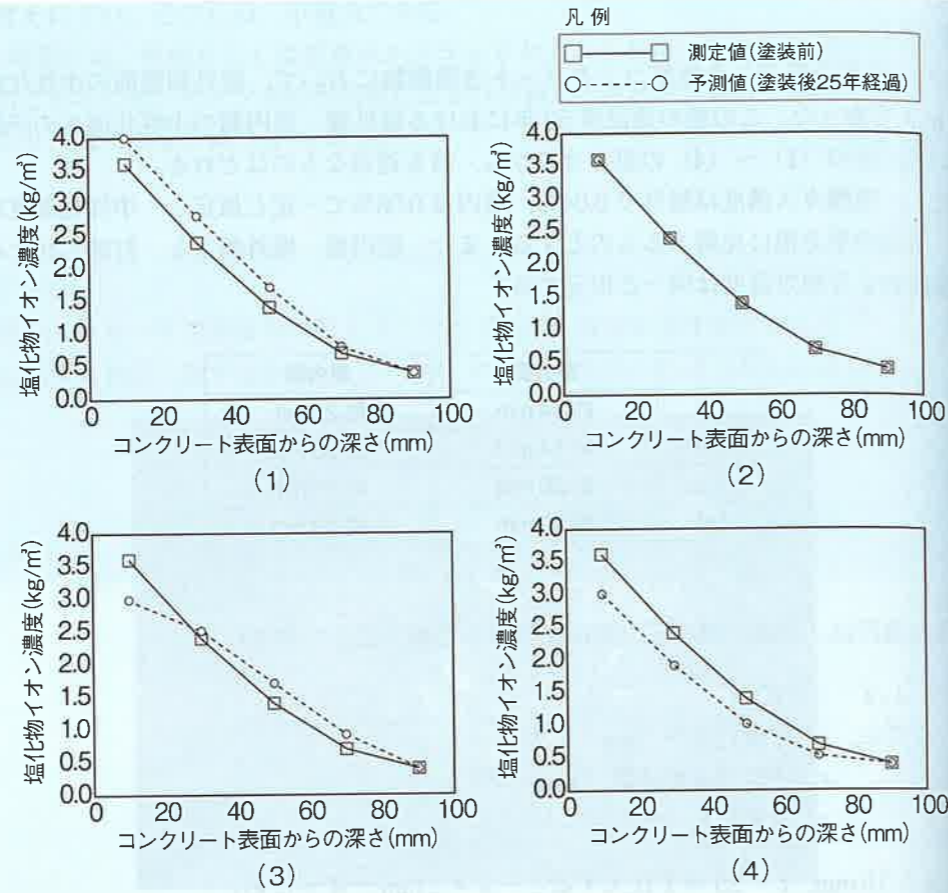
以上より、最も適當なものは(1)である。

正解 (1)

【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、最も適當なものはどれか。

なお、塗装仕上げ材の劣化は考慮しないものとする。

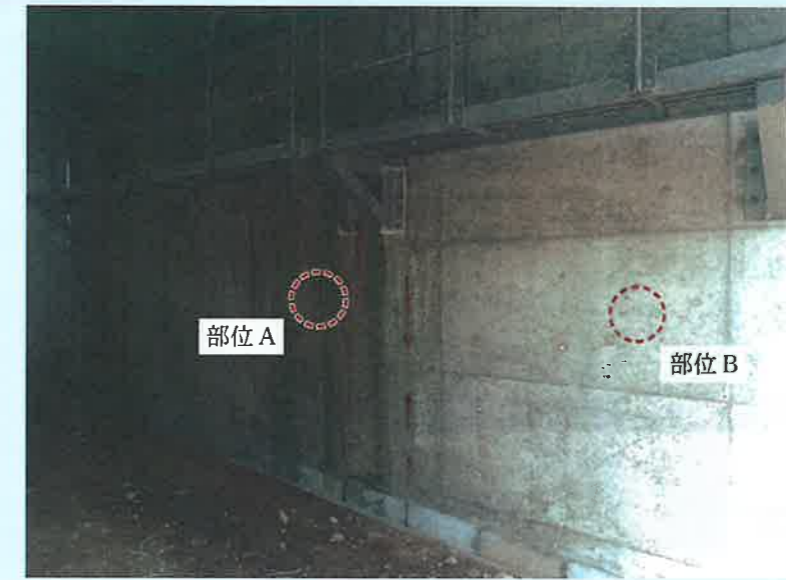


外壁に非透気性の防水型塗装を行い、塗装仕上げ材の劣化は考慮しないため、塗装後25年経過した時のコンクリート中全体の塩化物イオン量に変化はないと考える。しかし、時間の経過に伴い、塩化物イオンは濃度の濃いコンクリート表層部から濃度の薄い内部に拡散していく。以上より、最も適当なものは(3)である。

正解 (3)

[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

部位Aはコンクリート表面が全体的に湿っており、凍結防止剤が雨水とともにコンクリート中に侵入していると考えられる。そのため、湿潤状態の部位Aの方が乾燥している部位Bより塩化物イオン濃度は大きいと考えられる。

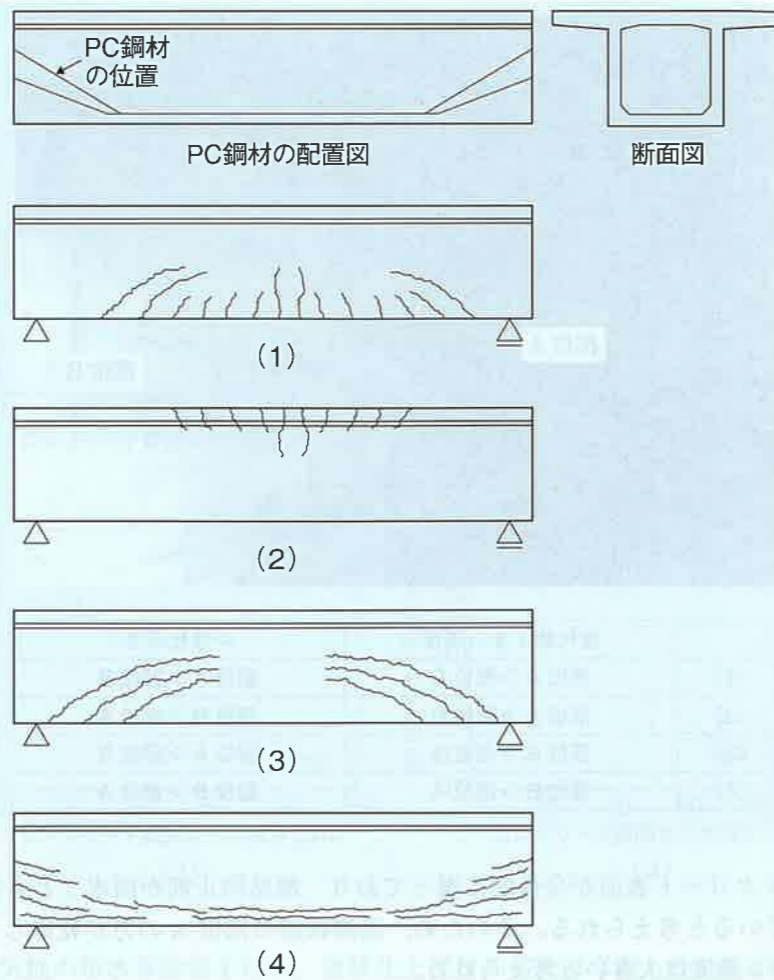
一方、コンクリートが湿潤状態であると二酸化炭素が侵入しにくいいため、部位Bの方が部位Aより中性化深さは大きいと考えられる。

以上より、適当なものは(2)である。

正解 (2)

[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記のとおりとする。



軸方向の鋼材やPC鋼材により、アルカリシリカ反応による膨張が拘束されている鉄筋コンクリートおよびプレストレストコンクリート部材では、拘束方向に直交する方向のひび割れは発生しにくく、軸方向の鋼材やPC鋼材に沿った方向性のあるひび割れが発生する。

以上より、適当なものは(4)である。

正解 (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)



コンクリートに化学的腐食をもたらす気体として、塩化水素(HCl)、フッ化水素(HF)、硫化水素(H₂S)、二酸化硫黄(SO₂)などがある。塩化水素やフッ化水素、二酸化硫黄は水に溶けて酸を生成することにより、コンクリートを侵食する。

- (1) 二酸化炭素による炭酸化で粗骨材が露出するほど劣化することは考えにくい。
- (2) 二酸化硫黄が雨水に溶け込み、コンクリート表層部を侵食した可能性は考えられる。
- (3) 劣化の箇所が高欄であるため、土壌中の硫酸塩による化学的侵食は考えにくい。
- (4) コンクリート表層のペースト部分のみが劣化しているため、摩耗(すり減り)が原因の変状とは考えにくい。

以上より、最も適当なものは(2)である。

正解 (2)

【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。

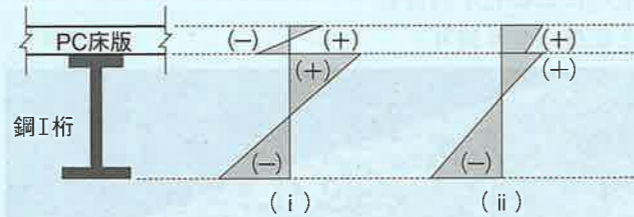


図 合成桁の断面の模式図と応力分布のイメージ

	(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

合成桁は、鋼桁とコンクリート床版を結合し一体化した構造で、断面の圧縮側にコンクリートを、引張側に鋼材を用いる。そのため、コンクリート床版部の応力分布は全て圧縮側となる。

床版の取替えの際には、鋼I桁の上フランジは圧縮側のため座屈しないように、下フランジは引張側のため降伏しないように注意する必要がある。

以上より、適当なものは(3)である。

正解 (3)

[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



写真 (A)



写真 (B)

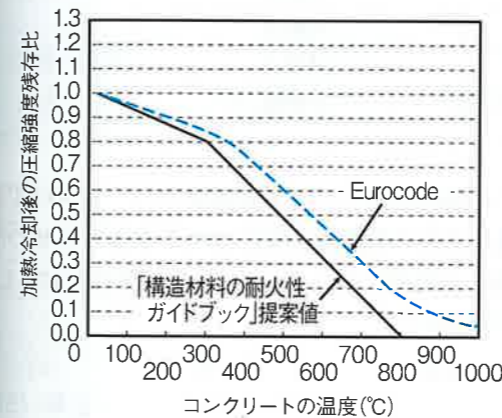
する次の(1)～(4)の判断のうち、最も適当なものはどれか。

- (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℃以上に達している。

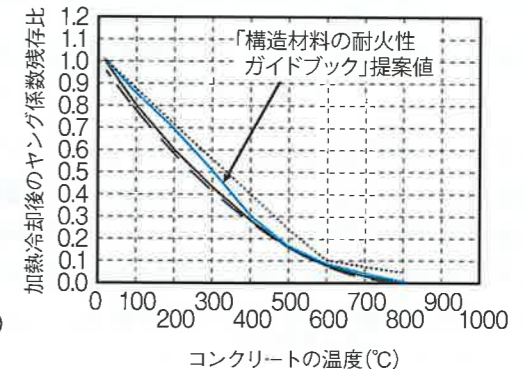
コンクリートが火災を受けると、受熱温度が300℃程度以下ですすが付着、300～600℃程度でピンク色、600～950℃程度で灰白色、950～1200℃程度で淡黄色に変色し、1200℃程度以上で溶融する。

- (1) 部位aはすすが付着しているため、受熱温度は300℃程度以下と考えられる。そして、水酸化カルシウムが熱分解する500℃程度以上に達していないため、中性化は進行しない。
 - (2) 図Aより、部位aの受熱温度が300℃程度であると、加熱冷却後の圧縮強度は加熱前の80%程度である。
 - (3) 部位bは灰白色に変色しているため、受熱温度は600～950℃程度と考えられる。図Bより、受熱温度が600～950℃程度であると、加熱冷却後のヤング係数は加熱前の10%程度以下である。
 - (4) 部位bは、前述のように600℃以上に達していると考えられる。
- 以上より、最も適当なものは(4)である。

正解 (4)



図A 加熱されたコンクリートの圧縮強度の残存比



図B 加熱されたコンクリートの弾性係数の残存比

(日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術 '17, p.58, 2017をもとに作成)

[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。

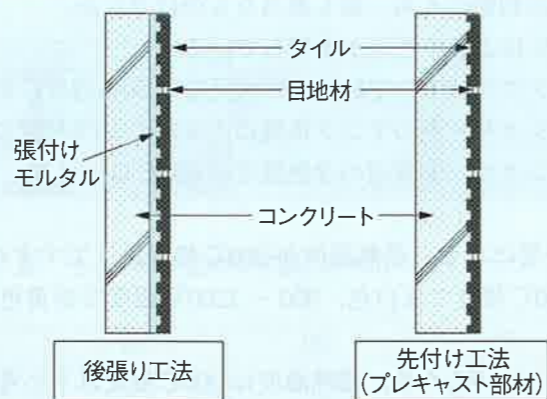


図 タイル張り工法の概念

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

タイルの剥落防止対策として、対策 B は、タイル面が補修材で被覆されるので、先付け工法、後張り工法の双方に有効である。対策 A は、後張り工法の剥離面（張付けモルタルと躯体の間）の充填接着には有効であるが、先付け工法の場合、目地部に注入したエポキシ樹脂が剥離しているタイル面にまで充填されるか不明である。

以上より、不適当なものは (3) である。

正解 (3)

[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 0.3～0.5mm 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。

- (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。

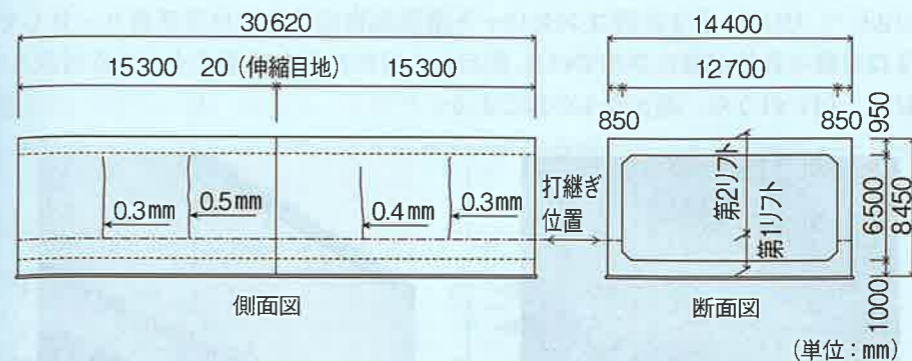


図 ボックスカルバートの概要とひび割れの発生状況

設問は、850mm 厚のコンクリート側壁の温度ひび割れである。コンクリートの温度を低下させるために (1)、(3) は有効である。ひび割れを目地に発生させるために伸縮目地の増加は良い。側壁の主筋の増加はひび割れ抑制に効果は無い。以上より、不適当なものは (2) である。

正解 (2)

[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

- (1) けい酸塩系表面含浸材では、コンクリート表面のセメント水和物を完全には保護できないので、劣化因子の遮断はできない。
 - (2) エポキシ樹脂で表面被覆を行えば、空気、水が遮断され、中性化は防止される。
 - (3) シラン系表面含浸材は、長期に渡り撥水作用が持続するので、アルカリシリカ反応の抑制が期待できる。
 - (4) ポリマーセメントモルタルで水の浸入を防げば、凍害は起こりにくくなる。
- 以上より、不適当なものは (1) である。

正解 (1)

[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。




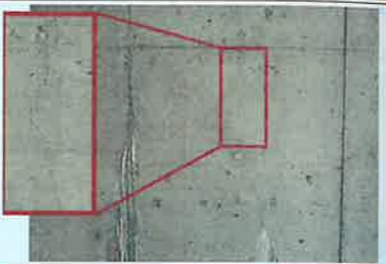
	
写真(A)：片持ち梁側面のせん断ひび割れ (ひび割れ幅 0.5mm)	写真(B)：外壁のひび割れ (ひび割れ幅 0.3mm)
対策の目的：耐荷力の回復	対策の目的：水の浸入防止
	
写真(C)：垂れ壁底面のひび割れ (ひび割れ幅 1.5mm)	写真(D)：地下外壁内面のひび割れ (ひび割れ幅 0.1mm)
対策の目的：鉄筋腐食の進行抑制	対策の目的：漏水の防止

	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カット充填工法
(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

- (1) セメント系注入材では、耐荷力の回復まではできない。
 (2) 可とう性エポキシ樹脂は、ひび割れの動きにも追従出来るので、水の浸入防止に適している。
 (3) ウレタンでは、鉄筋の腐食防止は困難である。
 (4) 漏水防止には、表面被覆工法に加えて注入工法または充填工法が必要である。
 以上より、適当なものは(2)である。

正解 (2)

[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

ポリマーセメントモルタル中のポリマー分が多くなると、圧縮強度は低下し付着強度は増加する。また、ポリマーセメントモルタルでは、セメント水和物と骨材の組織の中にポリマーが充填され、透水係数、中性化速度係数は小さくなる。

以上より、不適当なものは(1)である。

正解 (1)

[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。

- (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

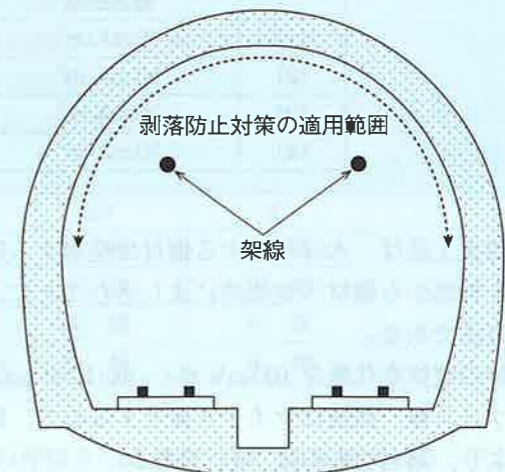


図 鉄道トンネルの断面の概要

架線には高圧電流が流れるので、剥がれた繊維シートが架線に接触する事故の可能性を考慮すると、導電性の素材は使用できない。炭素繊維は導電性なので使用できない。
以上より、不適当なものは(4)である。

正解 (4)

[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100mVとして電気防食を行うために必要な電流密度と、図1に示す電流の向きの(1)~(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

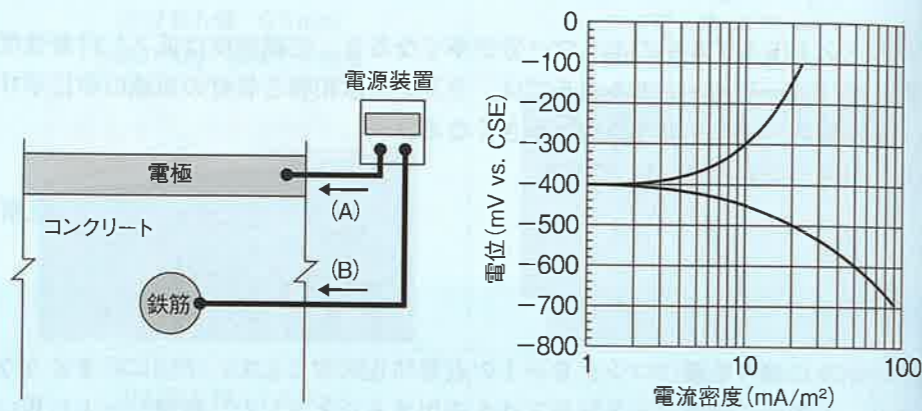


図1 電気防食の概念

図2 鉄筋の分極曲線

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

電気防食工法は、水分と接する鋼材に発生する腐食電流に対して、これに打ち勝つだけの直流電流を外部から鋼材へ連続的に流し込むことにより、鋼材がイオン化(腐食)することを防止する方法である。

通電時の電位変化量を100mV卑(-側)にするためには20 mA/m²の電流密度が必要である。電極をプラス極、鉄筋はマイナス極とするので、電流の流れる向きは(A)となる。

以上より、適当なものは(3)である。

正解 (3)

[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の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。

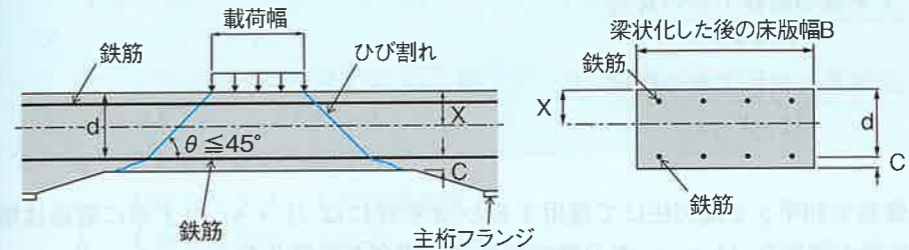


図1 鉄筋コンクリート床版の概要

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)

τ_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央軸までの距離

σ_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

床版が梁状化した鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力は、圧縮領域のコンクリートのせん断抵抗力と引張鉄筋のせん断に抵抗するダウエル効果による抵抗力が合わさったものとなる。

圧縮側のコンクリートを増厚すると、押抜きせん断耐力 P の算定式において X が大きくなり P は増加する。

以上より、適当なものは (2) である。

正解 (2)

[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、 γ は社会的割引率とし、物価の変動は無いものとする。

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

現在の資産を利率 γ で複利法にて運用すると、 X 年後には $(1 + \gamma)$ の X 乗に資産は増加する。逆に、 X 年後の資産を $(1 + \gamma)$ の X 乗で割れば、現在の資産となる。

γ を社会的割引率に置き換えて考えると、 X 年後の補修工事費用を $(1 + \gamma)$ の X 乗で割れば、現在価値となる。また、現在価値の金額を X 年、複利 γ で運用すれば、 X 年後の補修工事費用となる。

以上より、適当なものは (3) である。

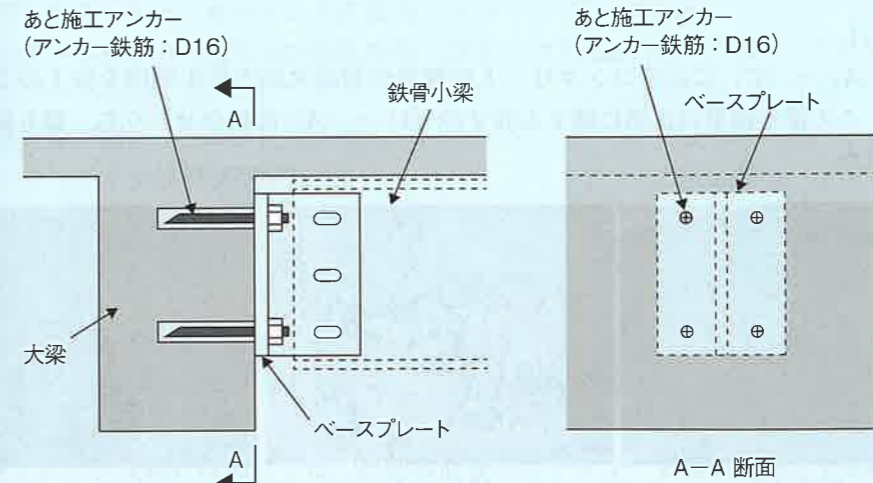
正解 (3)

[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、次ページに示す算定式を用いている。

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



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}

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

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}

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

ここに、 σ_y : アンカー鉄筋の降伏点

σ_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

a_e : アンカー鉄筋の1本当たりの断面積

国土交通省の「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」に従う。

あと施工アンカーを用いた接合部のせん断耐力は、鋼材の降伏で決まるせん断耐力、コンクリートの支圧で決まるせん断耐力のうち、小さいほうにより算定する。

本設問では、小さいほうのせん断耐力は1本当たり 47.8 kN であり、梁接合部のせん断耐力は4本のあと施工アンカーが用いられているので4倍の 191.2 kN となる。

以上より、適当なものは (3) である。

正解 (3)