

[問題 1]

コンクリート構造物に生じた変状の種類と発生原因の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

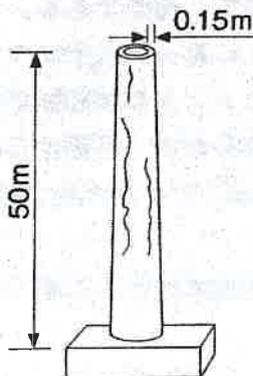
	変状の種類	発生原因
(1)	豆板 (ジャンカ)	不適切な練混ぜによる過剰なエントラップトエアの発生
(2)	ポップアウト	AE剤の不適切な使用による過剰なエントレインドエアの導入
(3)	コールドジョイント	先に打ち込んだコンクリートへの凝結遅延剤の使用
(4)	砂すじ	過大な単位水量による過剰なブリーディングの発生

- (1) 豆板 (ジャンカ) は、コンクリートを打込むときの材料分離、締固め不足、型枠下面からのセメントペーストの漏れなどによって生じる。不適切な練混ぜによる過剰なエントラップトエアの混入によって生じることはないので、不適当である。
- (2) ポップアウトは、コンクリートの表層下に存在する品質の悪い骨材が主な発生原因である。AE剤の不適切な使用による過剰なエントレインドエアの導入によって生じることはないので、不適当である。
- (3) コールドジョイントは、先に打ち込まれたコンクリートの硬化 (凝結) 程度によって生じ、打重ね時間間隔が長いほど生じやすい。先に打ち込んだコンクリートへの凝結遅延剤の使用は、コールドジョイントを防止する対策としては有効であり、発生原因であるとは考えにくいので、不適当である。
- (4) 砂すじは、ブリーディングの多いコンクリートに生じる。過大な単位水量による過大なブリーディングの発生は原因と考えられるので、適当である。
- 以上のことから、(4) が適当である。

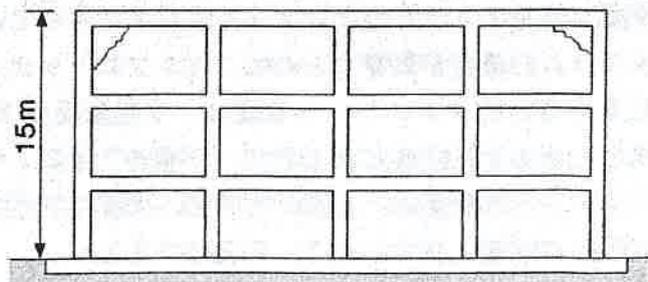
正解 (4)

[問題 2]

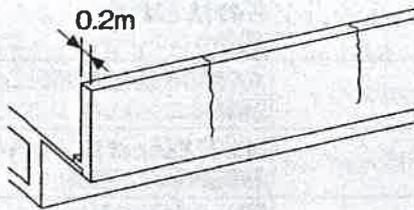
次の(1)～(4)の図に示す鉄筋コンクリート構造物に発生したひび割れのうち、温度変化に起因する応力により発生したものとは考えられないものはどれか。



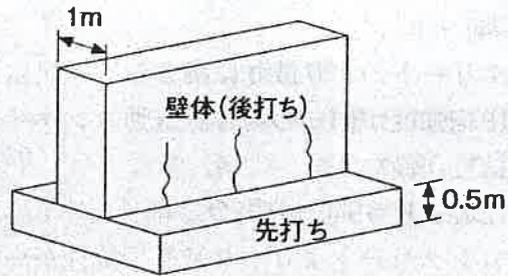
(1) 煙突の筒体



(2) 無開口の倉庫外壁



(3) 橋梁の高欄



(4) 擁壁の壁体

- (1) は、煙突の内外の温度差によって生じるひび割れである。
 (2) は、日射熱の影響で屋上部の伸縮が大きいために、八の字型のひび割れが発生する。
 (3) は、等間隔に発生した乾燥収縮ひび割れである。
 (4) は、先打ちされたコンクリートの上に断面厚の大きな壁体コンクリートを打ち込んだため発生した、セメントの水和熱による温度ひび割れである。
 以上のことから、(3) は温度応力により発生したひび割れとは考えられない。

正解 (3)

[問題 3]

コンクリート表面の変状に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) コンクリート表面に繁殖した藻類や真菌類などが死滅すると、黒色や茶色の汚れとなる。
 (2) 一次エフロレッセンスが発生すると、コンクリート表面近くの細孔溶液中の水酸化カルシウムの濃度は、発生していない箇所より高くなる。
 (3) 火害を受けたコンクリートの表面は、受熱温度が600℃に達するまで変色しない。
 (4) 雨が流れやすいパラベットの壁面では、コンクリート表面に汚れが付着しない。

- (1) コンクリート表面の汚れは、主に藻類や真菌類などの死骸が炭化して黒色の汚れになる。原因となる生物の種類によっては茶色になることもあるので、適当である。
 (2) 一次エフロレッセンスは、練混ぜ水など元来コンクリートにあった水分がコンクリートの表面で蒸発することなどによって生成するものである。セメントの水和物である水酸化カルシウムの濃度が影響するのは二次エフロレッセンスであるので、不適當である。
 (3) 火害を受けたコンクリート表面は、受熱温度が300～600℃でピンク色に変色し、600℃以上になると灰白色になるので、不適當である。
 (4) パラベットの壁面は、上部の水平部に堆積した汚染物質が雨水とともに流下し、よだれ状の汚れが付着しやすいので、不適當である。

以上のことから、(1) が適当である。

正解 (1)

[問題 4]

コンクリートのすり減りに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 圧縮強度が同一の場合、普通コンクリートは、軽量コンクリートよりすり減り抵抗性が高い。
- (2) 圧縮強度が同一の場合、細骨材率が38%のコンクリートは、細骨材率が43%のコンクリートよりすり減り抵抗性が高い。
- (3) 流速が一定の場合、流水中のコンクリートのすり減り量は、時間の平方根に比例する。
- (4) コンクリート水路では、落差のある箇所の水叩き部におけるすり減り量は、落差のない箇所におけるすり減り量より大きい。

コンクリートのすり減りは、まず表面近くの微粒子の多いモルタル層がすり減り、その後に、粗骨材が露出し、粗骨材自体のすり減りが生じる。更に進行すると粗骨材が剥離する。

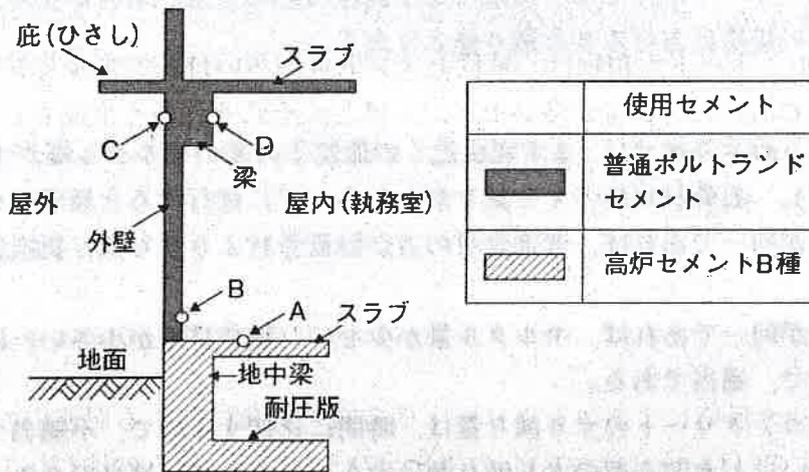
- (1) 圧縮強度が同一であれば、普通骨材の方が軽量骨材よりすり減り抵抗性が高いので、適当である。
 - (2) 圧縮強度が同一であれば、モルタル量が少ない（細骨材率が小さい）ほどすり減り抵抗性が高いので、適当である。
 - (3) 流水中のコンクリートのすり減り量は、時間に比例するので、不適当である。
 - (4) 落差が高いほど水叩き部のすり減り量は大きくなるので、適当である。
- 以上のことから、(3)が不適当である。

正解 (3)

[問題 5]

下図に示す鉄筋コンクリート造事務所において、供用30年時点でのA、B、CおよびD部における中性化深さを比較したとき、A部とB部における中性化深さの大小関係およびC部とD部における中性化深さの大小関係の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

なお、コンクリートには普通ポルトランドセメントと高炉セメントB種を使用した部分があるが、水セメント比は同一であり、いずれも打込み後十分な養生を行った打放しコンクリートであり、A、B、CおよびD部には仕上げ材は施されていない。



	A部とB部における大小関係	C部とD部における大小関係
(1)	A>B	D>C
(2)	A>B	C>D
(3)	B>A	D>C
(4)	B>A	C>D

一般的に中性化の進行は、普通ポルトランドセメントより高炉セメントの方が早い。また、屋内は、屋外に比較して二酸化炭素の濃度が高いため、中性化の進行が屋外より早くなる。

したがって、(1)が適当である。

正解 (1)

[問題 6]

コンクリート中の塩化物イオンの固定化と鉄筋の発錆に関する記述中の(A)～(C)にあてはまる次の(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

コンクリート中の塩化物イオンの一部は、(A)と反応することにより(B)を生成し、固定化される。したがって、一般的に単位セメント量の多い配合、(C)の含有量の多いセメントの使用などにより、塩化物イオンの固定化量は多くなり、コ

ンクリート中の鉄筋の発錆は抑制される。

	(A)	(B)	(C)
(1)	C-S-H	フリーデル氏塩	C ₃ S
(2)	モノサルフェート水和物	フリーデル氏塩	C ₃ A
(3)	C-S-H	エトリンガイト	C ₃ A
(4)	モノサルフェート水和物	エトリンガイト	C ₃ S

コンクリート中の塩化物イオンは、カルシウムアルミネート水和物（モノサルフェート水和物 [3CaO・Al₂O₃・CaSO₄・12H₂O] など）と反応して、フリーデル氏塩 [3CaO・Al₂O₃・CaCl₂・10H₂O] を生成して固定される。

カルシウムアルミネート水和物は、単位セメント量が多いほど、アルミン酸三カルシウム [3CaO・Al₂O₃] (C₃A) の含有量が多いセメントほど、それぞれ多く生成されるので塩化物イオンの固定化量も増加する。

したがって、(2) が適当である。

正解 (2)

[問題 7]

アルカリシリカ反応によるコンクリート構造物の劣化に関する記述中の (A) ~ (C) にあてはまる次の (1) ~ (4) の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

コンクリート構造物に生じるアルカリシリカ反応による膨張やひび割れは、環境条件、鋼材量および拘束条件の影響を大きく受ける。環境条件では、雨がかりが (A)、日射を受けて温度が高くなる箇所では膨張量が大きくなりやすい。鉄筋量が少ない鉄筋コンクリート構造物では、亀甲状のひび割れが発生しやすく、プレストレストコンクリート構造物では、緊張材に (B) 方向よりも緊張材に (C) 方向にひび割れが発生しやすい。

	(A)	(B)	(C)
(1)	あり	沿った	直交した
(2)	なく	沿った	直交した
(3)	あり	直交した	沿った
(4)	なく	直交した	沿った

アルカリシリカ反応による劣化の進行は、構造物の置かれた環境条件（温度、湿度、日射、雨がかり等）、鋼材量、拘束条件の影響を受ける。

環境条件では、日射を受け温度が高いほど、水の供給がある雨がかり箇所ほど、アルカリシリカ反応による膨張量は大きくなる。鋼材量が少ない場合、あるいは無筋コンクリートでは、亀甲状のひび割れが生じやすい。拘束のある部材の場合は、拘束方向に直交する方向にはひび割れが発生しにくいので、プレストレストコンクリートの場合、緊張方向に沿ってひび割れが

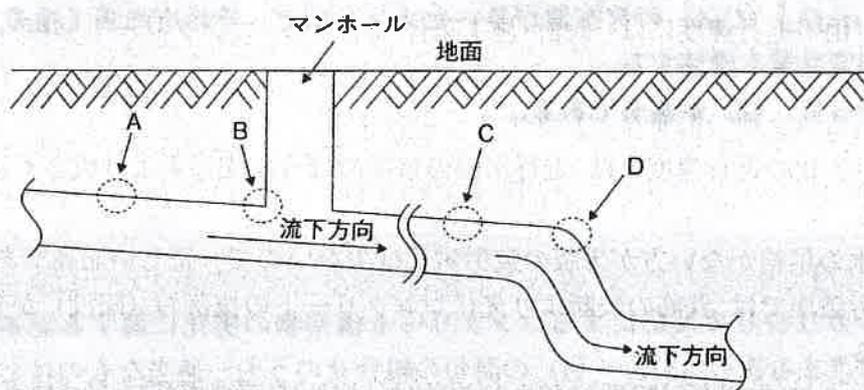
発生しやすい。

したがって、(3)が適当である。

正解 (3)

[問題 8]

下水道関連施設で生じるコンクリートの化学的腐食（硫酸腐食）では、嫌気性細菌と好気性細菌による酸化・還元反応によって劣化が進行する。下図は、鉄筋コンクリート製の下水道の模式図（側面図）である。部位AとBおよび部位CとDの劣化程度の大小関係の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。なお、部位A～Dは、いずれも管の内面である。



	部位AとBにおける大小関係	部位CとDにおける大小関係
(1)	A>B	C>D
(2)	A>B	D>C
(3)	B>A	D>C
(4)	B>A	C>D

Bはマンホール周辺に位置し、Aに比較してコンクリート表面が結露しやすくなり、気相中の硫化水素が溶解して硫酸に変化し、コンクリートの腐食が大きくなる。Dは下水の流下方向に落差のある箇所であり、Cに比較して気相中に硫化水素が対流しやすいので、コンクリートの腐食が大きくなる。

したがって、(3)が適当である。

正解 (3)

[問題 9]

道路橋の鉄筋コンクリート床版の疲労に関する(A)～(D)の記述に対する次の(1)～(4)の正誤の組合せのうち、適当なものはどれか。

(A) 走行車両の重量が同じで交通量が2倍になる場合と、交通量が同じで走行車両

- の重量が2倍になる場合では、床版の疲労による劣化の程度は同じである。
- (B) 橋面防水を行っている床版は、行っていない床版より疲労に対する耐久性が高い。
- (C) 床版の疲労破壊では鉄筋の破断が先行し、その後にコンクリートの抜落ちが生じる。
- (D) コンクリートの抜落ちが生じるまでは、路面に疲労による変状は現れない。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	誤	正	正	正
(2)	正	誤	誤	正
(3)	正	誤	正	誤
(4)	誤	正	誤	誤

床版の疲労劣化の進行速度には、設計・施工条件（床版厚、コンクリート強度、配筋量など）、使用条件（通過交通量、大型車重量、大型車走行位置など）、および環境条件（床版上面への雨水の供給、凍結防止剤の散布など）が大きく影響する。

- (A) 床版の疲労劣化の進行速度には、走行車両の重量のほうが交通量より大きく影響するので、誤りである。
- (B) 床版に雨水の供給がない方が床版の疲労劣化は少ないので、正しい記述である。
- (C) 床版の疲労破壊では、鉄筋の破断より先にコンクリートの抜落ち（陥没）が発生するので、誤りである。
- (D) コンクリートの抜落ち（陥没）が生じる前に、床版下面の変状ほどではないが路面でもひび割れや段差等の変状が現れるので、誤りである。
- 以上のことから、(4)が適当である。

正解 (4)

[問題 10]

火災時のコンクリートの爆裂に関する記述中の (A) ~ (C) にあてはまる次の (1) ~ (4) の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

コンクリートの水セメント比が (A) では、火災時にコンクリートが爆裂する可能性が大きい。一方、コンクリートの (B) が3%以下では、爆裂する可能性が小さくなる。コンクリートに混入するポリプロピレン繊維は、火災時に (C) ため、爆裂の抑制に有効である。

	(A)	(B)	(C)
(1)	40%以下	空気量	コンクリート部材の剛性を保つ
(2)	40%以下	含水率	コンクリート中に空隙を形成する
(3)	60%以上	空気量	コンクリート中に空隙を形成する
(4)	60%以上	含水率	コンクリート部材の剛性を保つ

火災時のコンクリートの爆裂は、コンクリートが高強度で、組織が緻密なほど、また、コンクリート中の毛細空隙内の自由水が多いほど生じやすい。したがって、(A)は「40%以下」、(B)は「含水率」とするのが正解である。

ポリプロピレン繊維の融点は165℃、引火点は300℃以上であるが、セメント水和硬化体の加熱時の爆裂は急激な加熱により起こるので、その条件の下ではポリプロピレン繊維も熔融し、空隙を形成すると考えられている。

以上のことから、(2)が適当である

正解 (2)

[問題 11]

コンクリート構造物の調査項目と調査方法に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、最も適当なものはどれか。

	調査項目	調査方法
(1)	モルタル塗り仕上げの浮きの有無	渦流探傷法
(2)	PC桁のシース内のグラウトの未充填部	X線透過撮影法
(3)	コンクリート床版の厚さ	サーモグラフィー法
(4)	コンクリート中の塩化ビニル管の位置	電磁誘導法

- (1) モルタル塗り仕上げの浮きの有無の調査では、打音法やサーモグラフィー法が用いられるので、渦流探傷法は不適当である。
- (2) PC桁のシース内のグラウトの未充填部の調査では、X線透過撮影法が適当である。
- (3) コンクリート床版の厚さの調査では、電磁波レーダ法が用いられるので、サーモグラフィー法は不適当である。
- (4) コンクリート中の塩化ビニル管の位置の調査では電磁波レーダ法が用いられる。電磁誘導法は、コンクリート中の鉄筋探査や埋設金属の探査に用いられるので、不適当である。
- 以上のことから、(2)が最も適当である。

正解 (2)

[問題 12]

図1に示すように、コンクリート表面から空洞までの深さを衝撃弾性波法によって測定した。その結果、図2に示すスペクトル図が得られた。

このとき、コンクリート表面から空洞までの深さの推定値のうち、適当なものはどれか。ただし、コンクリート中の弾性波伝播速度は4000 m/secとする。

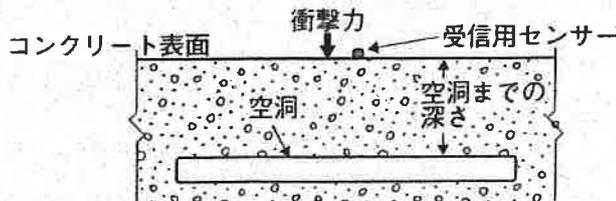


図1 断面図と測定状況

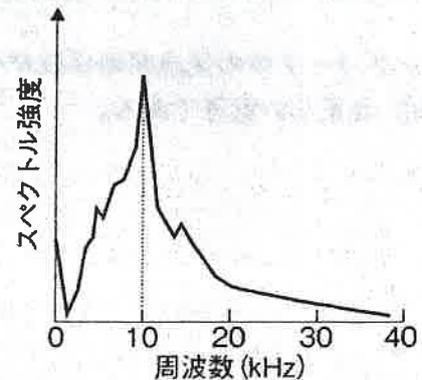


図2 スペクトル図

- (1) 125 mm
 (2) 200 mm

- (3) 250 mm
- (4) 400 mm

衝撃弾性波法では、欠陥部までの深さを以下のような式で推定することができる。

$$L = nV_p / 2f$$

- L : 欠陥部までの深さ
- n : 共振周波数の次数
- V_p : 弾性波伝播速度
- f : 共振周波数

図2から、1次共振周波数 f は 10×10^3 Hzである。弾性波伝播速度 V_p は4,000 m/secであることから、推定式に代入して、 $L = 1 \times 4000 / 2 \times 10 \times 10^3 = 0.2$ (m) = 200 (mm)したがって、(2)が適当である。

正解 (2)

[問題 13]

コンクリート構造物の凍害に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- (1) 気泡間隔係数が $500 \mu\text{m}$ のコンクリートより、 $200 \mu\text{m}$ のコンクリートのほうが凍害を受けやすい。
- (2) 外壁面より、庇(ひさし)などの突出部のほうが凍害を受けやすい。
- (3) コンクリート表面のポップアウトの原因を調査するため、使用骨材の吸水率を測定した。
- (4) 凍害を受けている部分の劣化程度を評価するため、スケーリング深さを測定した。

コンクリート中の気泡間隔係数が小さいほど凍害を受けにくいので、(1)は不適當である。(2)～(4)は正しい記述である。

正解 (1)

[問題 14]

アルカリシリカ反応を生じる可能性を調べるために、普通ポルトランドセメントの化学分析を行ったところ、成分の一部については表のとおりとなった。このセメントの全アルカリ量（等価 Na_2O 換算量）として、次のうち最も適当なものはどれか。

ただし、Na, Mg, S, K, Ti および O の原子量は、それぞれ 23, 24, 32, 39, 48 および 16 とする。

表 化学成分(%)

MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	TiO_2
1.5	2.0	0.31	0.72	0.39

- (1) 0.61%
- (2) 0.78%
- (3) 1.03%
- (4) 2.92%

セメント中の全アルカリ量は、 R_2O 量（等価 Na_2O 換算量）として表され、次式から計算する。

$$\begin{aligned} \text{R}_2\text{O 量} &= \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \times (\text{Na}_2\text{O 分子量} / \text{K}_2\text{O 分子量}) = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \times 62 / 94 \\ &= \text{Na}_2\text{O} + 0.66\text{K}_2\text{O} \end{aligned}$$

表中の $\text{Na}_2\text{O} = 0.31\%$ 、 $\text{K}_2\text{O} = 0.72\%$ を上式に代入すると、 R_2O 量は 0.78% となり、(2) が適当である。

正解 (2)

[問題 15]

地震での経験を踏まえて行われた基準類の改訂・改正に関する記述中の (A) ~ (C) にあてはまる次の (1) ~ (4) の語句の組合せのうち、最も適当なものはどれか。

- ・大正関東地震（関東大震災）での経験を踏まえて、市街地建築物法同施行規則の 1924 年の改正で、主筋の (A) に関する規定が設けられた。
- ・十勝沖地震での経験を踏まえて、建築基準法同施行令の 1970 年の改正で、鉄筋コンクリート造の柱の (B) に関する規定が改められた。
- ・兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）での経験を踏まえて、道路橋示方書の 1996 年の改訂で、(C) に関する規定が改められた。

	(A)	(B)	(C)
(1)	重ね継手に用いる結束線の太さ	主筋の断面積	軸方向鉄筋の段落とし
(2)	重ね継手に用いる結束線の太さ	帯筋の間隔	折曲げ鉄筋の曲げ半径
(3)	重ね継手長さ	主筋の断面積	折曲げ鉄筋の曲げ半径
(4)	重ね継手長さ	帯筋の間隔	軸方向鉄筋の段落とし

- (A) 「市街地建築物法同施行規則」の 1924 年の改正では、「主筋の重ね継手の長さは主筋の径の 25 倍以上とする」規定が新設された。
- (B) 「建築基準法同施行令」の 1970 年の改正では、帯筋の間隔が 150 mm 以下に改められた。
- (C) 道路橋示方書で軸方向鉄筋の段落としに関する規定が改められ、「橋脚のねばりを増加させ、終局耐力の向上を図るため、原則として、軸方向鉄筋の段落としは行わないものとする」との規定となった。

以上のことから、(4) が最も適当である。

正解 (4)

[問題 16]

JIS A 1155 : 2003 (コンクリートの反発度の測定方法) により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。この結果に関する次の判断のうち、適当なものはどれか。

表 当初の反発度の測定結果

34	33	41
43	44	48
40	38	39

- (1) 全ての反発度を有効な測定値と判断した。
- (2) 反発度 48 を捨て、これに代わる測定値を補うこととした。
- (3) 反発度 33 を捨て、これに代わる測定値を補うこととした。
- (4) 反発度 48 と 33 を捨て、これらに代わる測定値を補うこととした。

JIS A 1155 (コンクリートの反発度の測定方法) においては、1 測定箇所あたり 9 点について測定し、各測定値の偏差が平均値の 20% 以上になる場合はその測定反発度を捨て、これに代わる測定値を補うこととされている。

本問題の測定結果の平均値は 40 で、その + 20% は 48、- 20% は 32 になる。よって反発度 48 を捨て、これに代わる測定値を補うこととなる。

したがって、(2) が適当である。

正解 (2)

[問題 17]

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こととした。測定にあたっては、コンクリート表面のひび割れに直交する直線上に、ひび割れをはさんで発振子、受振子を設置した。なお、発振子、受振子からひび割れまでの距離はいずれも 80 mm である。

この時に測定された超音波の伝播時間が $50 \mu\text{sec}$ である時、ひび割れ深さの測定値として、次のうち適当なものはどれか。ただし、超音波伝播速度は 4000 m/sec とする。

- (1) 40 mm
- (2) 60 mm
- (3) 80 mm
- (4) 100 mm

発振子と受振子のひび割れまでの距離を a ($a = 80 \text{ mm}$)、ひび割れ深さ (コンクリート表面からひび割れの到達点) を b 、発振子および受振子のひび割れ到達点までの距離を c とすると $a^2 + b^2 = c^2$ となり、

発振子からひび割れ到達点を通り受振子までの距離 $2c$ は、超音波伝播速度 ($4000 \times 1000 \text{ mm/sec}$) \times 伝播時間 ($50 \times 10^{-6} \text{ sec}$) で求められる。

よって、 $2c = 200 \text{ mm}$, $c = 100 \text{ mm}$ となり、ひび割れ深さ $b = \sqrt{(c^2 - a^2)} = \sqrt{(100^2 - 80^2)} = 60 \text{ (mm)}$
 正解 (2)

[問題 18]

電磁波レーダ法による鉄筋のかぶり(厚さ)の推定に関する以下の記述中の(A)～(C)にあてはまる次の(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

コンクリート中に入射する電磁波の周波数が(A)ほど、かぶり(厚さ)の推定のための距離分解能は向上し、探査できる深さは(B)なる。また、湿潤状態にあるコンクリートは、乾燥状態のコンクリートに比べて電磁波の伝播速度は(C)なる。したがって、かぶり(厚さ)の推定においては、コンクリートの含水状態を考慮する必要がある。

	(A)	(B)	(C)
(1)	高い	浅く	小さく
(2)	高い	深く	大きく
(3)	低い	浅く	大きく
(4)	低い	深く	小さく

電磁波レーダ法においては、電磁波の周波数が高いほど減衰が大きく、近くの物しか探査出来ないが、より小さな物を探査できる。また、水中での電磁波の伝播速度は空気中に比べて9分の1になることから、湿潤状態のコンクリートにおける電磁波の伝播速度は、乾燥状態のコンクリートに比べて小さくなる。

正解 (1)

[問題 19]

コンクリート中の鉄筋腐食状況の調査に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) 鉄筋の腐食速度を矩形波電流分極法で推定した。
- (2) 鉄筋の腐食速度を交流インピーダンス法で推定した。
- (3) 鉄筋の腐食範囲を自然電位法で推定した。
- (4) 鉄筋の腐食範囲を磁粉探傷法で推定した。

鉄筋の腐食速度を評価するためには、分極抵抗を矩形波電流分極法や交流インピーダンス法で測定し、腐食範囲は自然電位法で測定するのが適当である。磁粉探傷法を腐食状況の調査に適用するのは不適当である。

正解 (4)

[問題 20]

コンクリート構造物から採取した試料に対する測定項目と測定機器を示した次の(1)～(4)の組合せのうち、不適当なものはどれか。

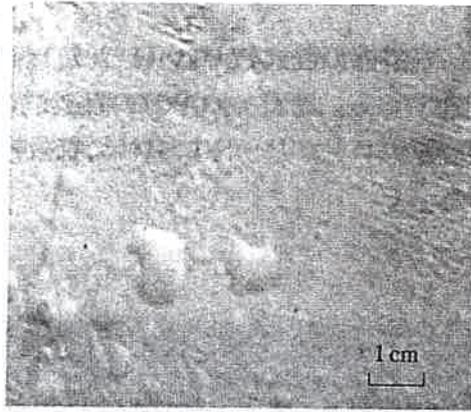
	測定項目	測定機器
(1)	細孔径の分布	水銀圧入式ポロシメータ(MIP)
(2)	イオウの分布	電子線マイクロアナライザ(EPMA)
(3)	エトリンガイトの有無	走査型電子顕微鏡(SEM)
(4)	可溶性塩化物イオン量	粉末X線回折装置(XRD)

粉末X線回折装置では、結晶構造を持つ物質を測定することはできるが、可溶性塩化物イオン量の特定は出来ないため、不適当である。

正解 (4)

[問題 21]

有機系表面被覆材を用いて補修を行った鉄筋コンクリート橋台に、補修から3か月後に写真に見られるふくれが発見された。このふくれの原因を推定するための調査項目として、必要性の最も低いものはどれか。



- (1) 被覆材と下地コンクリートとの接着強度
- (2) 下地コンクリートの表層部の含水率
- (3) 被覆材の表面温度の変動
- (4) 被覆材の表面における紫外線量の変動

- (1) 被覆材と下地コンクリートの接着強度が低い場合、被覆材が剥離して、ふくれの一因となり得る。
- (2) 下地コンクリート表層部の含水率が高いと水分が蒸発し、ふくれの一因となり得る。
- (3) 被覆材の表面温度が高くなると軟化して、ふくれの一因となり得る。
- (4) 3ヶ月間では、有機系表面被覆材が紫外線により劣化することは考えにくい。

正解 (4)

[問題 22]

建設から20年経過したポストテンション方式のプレストレストコンクリート橋を調査したところ、この1年間で急激にたわみが大きくなっていることが判明した。この原因として考えられる次の記述のうち、最も適当なものはどれか。

- (1) コンクリートのクリープと乾燥収縮によるプレストレス量の減少
- (2) アルカリシリカ反応によるプレストレス量の減少
- (3) PC鋼材のリラクセーションによるプレストレス量の減少
- (4) PC鋼材の破断によるプレストレス量の減少

- (1) クリープと乾燥収縮は徐々に進むので、20年を経過して、これらによりプレストレス量が急激に変化することはない。
- (2) アルカリシリカ反応では、コンクリートは膨張するのでプレストレス量は減少しない。
- (3) PC鋼材のリラクセーションは徐々に進行するため、急激な変化は現れない。
- (4) PC鋼材の破断は、橋梁の急激なたわみ増大の原因となる。

正解 (4)

[問題 23]

二酸化炭素濃度を5.0%とした促進中性化試験で、中性化深さが30mmに達するのに0.15年を要するコンクリートを用いた壁Aと、0.36年を要するコンクリートを用いた壁Bがある。いずれの壁においても、かぶり(厚さ)は30mmである。

これらの壁の建設30年後の中性化深さを予測した次の記述のうち、適当なものはどれか。なお、大気中の二酸化炭素濃度は0.05%とし、中性化速度係数は二酸化炭素濃度の平方根に比例するものとする。

- (1) 中性化深さは、壁A、壁Bいずれにおいても鉄筋位置まで達している。
- (2) 中性化深さは、壁Aでは鉄筋位置まで達しているが、壁Bでは鉄筋位置まで達していない。
- (3) 中性化深さは、壁Bでは鉄筋位置まで達しているが、壁Aでは鉄筋位置まで達していない。
- (4) 中性化深さは、壁A、壁Bいずれにおいても鉄筋位置まで達していない。

中性化深さ C は、 $\alpha \times \sqrt{t}$ で表される。

ここに、 C : 中性化深さ (mm)

α : 中性化速度係数

t : 材齢 (年)

本問題では、大気中と促進中性化試験の二酸化炭素濃度は100倍異なる ($5 \div 0.05$) ので、その平方根は10となり、大気中の中性化速度係数は促進中性化試験の中性化速度係数の10分の1となる。

[壁 A]

・促進中性化試験 : $30 = \alpha \sqrt{0.15} \rightarrow \alpha = 30 / (\sqrt{0.15})$

・大気中での30年の場合の中性化深さを A とすると

$$A = (\alpha / 10) \times \sqrt{30} = (3 / \sqrt{0.15}) \times \sqrt{30} = 3 \times \sqrt{200} = 42.4$$

[壁 B]

・促進中性化試験 : $30 = \beta \sqrt{0.36} \rightarrow \beta = 30 / (\sqrt{0.36})$

・大気中での30年の場合の中性化深さを B とすると

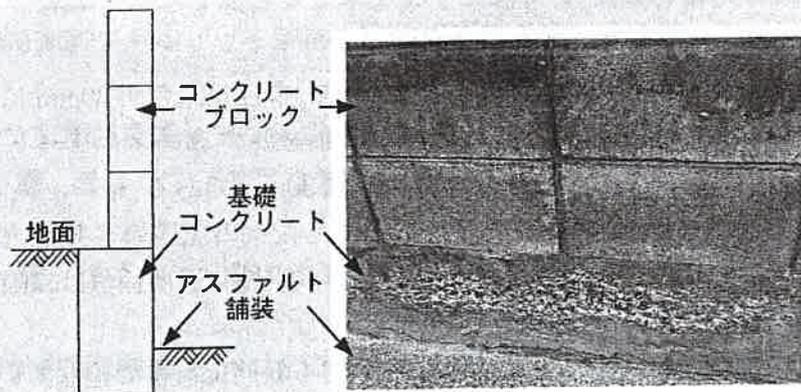
$$B = (\beta / 10) \times \sqrt{30} = (3 / \sqrt{0.36}) \times \sqrt{30} = 3 \times \sqrt{83} = 27.4$$

したがって、鉄筋のかぶり (厚さ) の30mmまで中性化しているのは、壁Aである。

正解 (2)

[問題 24]

図に示す寒冷地の民家のコンクリートブロック塀において、写真に示すような凍害が見られた。土留めとしても用いられている基礎コンクリートのみに凍害が生じた原因の推定として、不適当なものはどれか。



コンクリートブロック塀の断面

基礎コンクリート部の凍害の状況

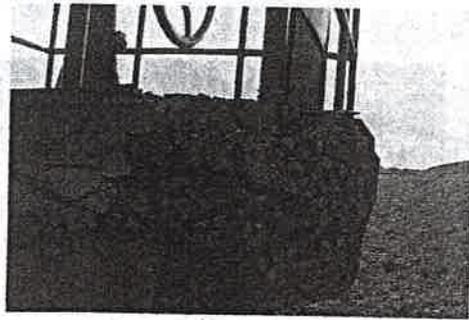
- (1) 「基礎コンクリートの表面が冬期に常に雪に覆われていた。」と推定した。
- (2) 「基礎コンクリートの含水率が常に高い状態であった。」と推定した。
- (3) 「基礎コンクリートに使用された骨材が低品質であった。」と推定した。
- (4) 「基礎コンクリートの空気量が少なかった。」と推定した。

コンクリートが冬期中、常に雪に覆われていると、凍結融解のサイクルは低減して凍害は生じにくい。コンクリートの含水率が高い場合、空気量が少ない場合、および骨材が低品位の場合、それぞれ凍害は生じやすい。

正解 (1)

[問題 25]

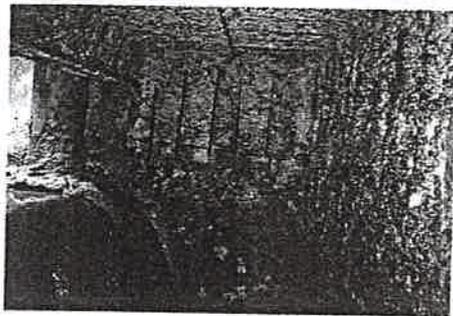
コンクリート構造物に写真に示す変状が生じていた。それぞれの変状の原因に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、最も適当なものはどれか。



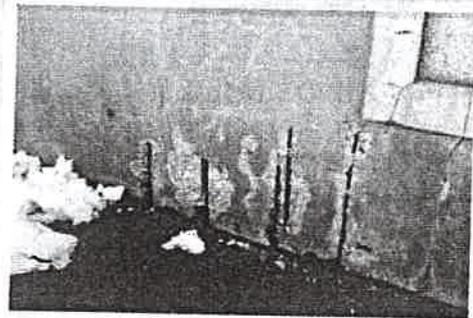
(A)



(B)



(C)



(D)

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	中性化	アルカリシリカ反応	火 害	凍 害
(2)	アルカリシリカ反応	中性化	硫酸による腐食	凍 害
(3)	凍 害	アルカリシリカ反応	硫酸による腐食	中性化
(4)	硫酸による腐食	火 害	中性化	アルカリシリカ反応

- (A) 網目状のひび割れが広がっており、凍害が原因と考えられる。
- (B) 亀甲状のひび割れが発生しており、アルカリシリカ反応による膨張が原因と考えられる。
- (C) コンクリート表面が侵食を受けており、硫酸によるセメント成分の腐食が原因と考えられる。
- (D) 鉄筋の腐食によりかぶりコンクリートの剥離が生じており、中性化が原因と考えられる。

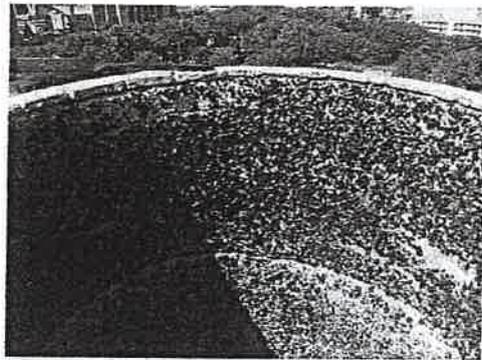
正解 (3)

2012年度

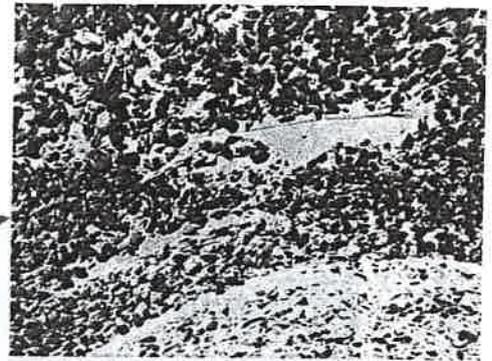
[問題 26]

鉄筋コンクリート造の煙突（高さ50m、頂部の直径1.5m）を調査したところ、筒体頂部付近の内側では骨材が露出し、セメントペーストが白色に変色していた。この変状の主たる原因として、次のうち最も適当なものはどれか。

なお、この煙突は重油の燃焼による排ガスを常時排出しており、筒体頂部の温度は最高100℃程度である。



拡大



- (1) 排ガス中の二酸化硫黄による化学的腐食
- (2) 排ガス中の二酸化炭素による炭酸化
- (3) 凍結融解作用
- (4) アルカリシリカ反応

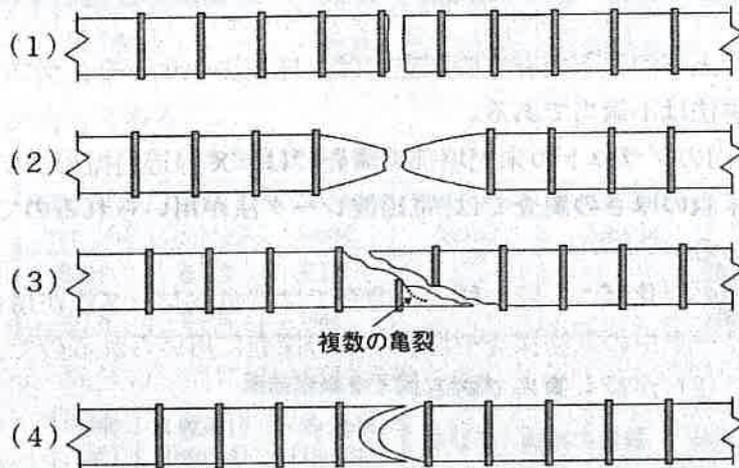
RCCの変状

変状はコンクリート表面（特にセメント成分）の侵食であり、排ガス中の二酸化硫黄が水分で硫酸となりコンクリート表面を侵食したと考えられる。

正解 (1)

[問題 27]

鉄筋が疲労により破断した状態を示した模式図として、次の(1)～(4)のうち、最も
適当なものはどれか。



通常、鉄筋を一方向に引張破断させると、破断面は伸びて小さく絞った形状となる。疲労による破断では、鉄筋の伸びや絞りは見られず、鉄筋の一部から亀裂が発生し、载荷の繰返しによって徐々に亀裂が進展して断面積が減少し、耐力が限界に達したとき、残った部分が一気に破壊し破断に至る。

正解 (1)

[問題 28]

火災後3か月経過した鉄筋コンクリート造建築物の調査において以下の表に示す結果を得た。この建築物に対する診断結果として、次の(1)～(4)のうち不適当なものはどれか。

なお、調査は受熱部(火災の影響を受けた部分)および健全部(火災の影響を受けていない部分)において、コア供試体を採取し、中性化深さを測定した後、表層部から25mm程度を取り除き、直径75mm、高さ150mmに成形し、圧縮強度試験および静弾性係数試験を実施した。また、中性化深さの測定には、無水アルコールを用いたフェノールフタレイン1%溶液を用いた。

表1 コンクリートに関する調査結果

部位	設計基準強度 (N/mm ²)	かぶり(厚さ) (mm)	中性化深さ (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
受熱部	21.0	50	10.2	22.5	15.8
健全部			3.0	24.5	21.2

表2 鉄筋に関する調査結果

部位	鉄筋の種類/呼び名	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
受熱部	SD295A/D10	344	506	28
健全部		350	505	27

- (1) 受熱部のコンクリート表層部では、水酸化カルシウムが熱分解している。
- (2) 受熱部における鉄筋位置の受熱温度は300℃以下と推定される。
- (3) 受熱部における鉄筋近傍のコンクリートの圧縮強度は、火災の半年後に火災前の値までほぼ回復する。
- (4) 受熱部における鉄筋近傍のコンクリートの静弾性係数は、火災の半年後に火災前の値までほぼ回復する。

コンクリートは500～580℃の加熱で水酸化カルシウムが熱分解して、アルカリ性を減ずる化学的被害を被る。受熱部では中性化が認められることから、(1)は適当である。

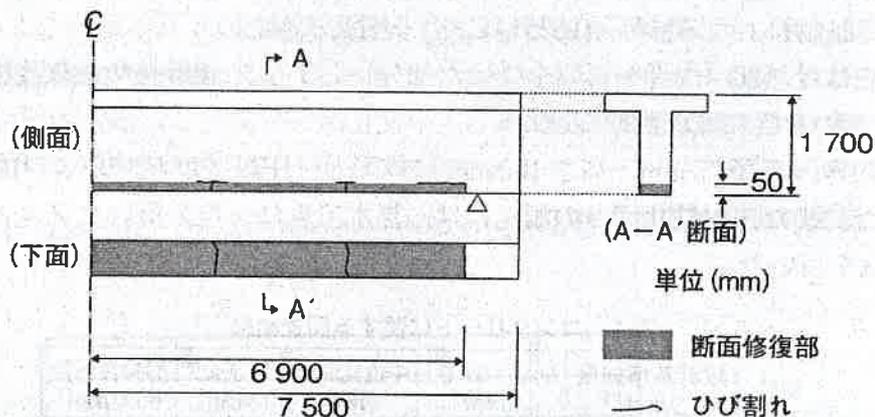
コンクリートの受熱温度が300℃程度の場合、静弾性係数は1/2程度に低下する。しかし、表1の受熱部の静弾性係数は、健全部の1/4程度しか低下していないので、鉄筋位置の受熱温度は300℃以下と推定される。したがって、(2)は適当である。

加熱温度が300℃の場合でも、6箇月後には90%程度圧縮強度が回復することから、(3)は適当である。しかし、静弾性係数は60%程度までしか回復しない。したがって(4)は不適当である。

正解 (4)

[問題 29]

夏期に断面修復を行った鉄筋コンクリート製T桁について、半年後に目視点検を行った結果、以下の図のようなひび割れが確認された。この原因を推定した記述として、最も不適当なものはどれか。



- (1) 断面修復材の弾性係数が既設コンクリートより小さかった。
- (2) 断面修復材の収縮量が大きかった。
- (3) 断面修復材の熱膨張係数が既設コンクリートより大きかった。
- (4) 断面修復材の既設コンクリートに対する付着強度が小さかった。

一般に、断面修復材の変形が拘束された場合、(弾性係数×拘束ひずみ)の引張応力が生じる。弾性係数が小さければ拘束応力も小さくなるので、(1)は不適当である。

断面修復材の収縮量が大きければ、拘束ひずみも大きくなり、ひび割れが生じやすくなる。したがって(2)は適当である。

温度変化に伴う拘束ひずみは(熱膨張係数×温度変化量)に関連する。したがって、熱膨張係数が大きいほど、ひび割れが生じやすくなるので、(3)は適当である。

付着強度はひび割れ間隔に影響し、付着強度が小さいほどひび割れ間隔が大きく、ひび割れ幅や端部のずれが大きくなる。したがって、(4)は不適当とは言えない。

以上のことから、最も不適当なものは(1)である。

正解 (1)

[問題 30]

次の (A) ～ (D) に示す JIS の改正に関する記述を年代の古い順に並べた (1) ～ (4) のうち、適当なものはどれか。

- (A) JIS A 6204「コンクリート用化学混和剤」に、塩化物イオン量の規定が設けられた。
- (B) JIS R 5210「ポルトランドセメント」に規定される普通ポルトランドセメントの塩化物イオン量が「0.035%以下」と改正された。
- (C) JIS A 5308「レデーミクストコンクリート」に、細骨材の絶乾重量に対する塩分量の許容限度が設けられた。
- (D) JIS A 5308「レデーミクストコンクリート」に、コンクリート中の塩化物イオン総量の規制が設けられた。

	古 い	→	新 しい
(1)	(C)	→	(D) → (B) → (A)
(2)	(D)	→	(A) → (C) → (B)
(3)	(C)	→	(D) → (A) → (B)
(4)	(B)	→	(C) → (A) → (D)

(A) は 1987 年, (B) は 2003 年, (C) は 1978 年, (D) は 1986 年の改正である。したがって、適当なものは (3) である。

なお、「コンクリート診断技術 [応用編]」の 5 章に基準類の変遷がまとめられており、本問の塩化物イオン量の規制についても触れられているので参照されたい。

正解 (3)

【問題 31】

鉄筋コンクリート造の非耐力壁に、次ページの写真に示す変状が生じていた。それぞれの変状に対する補修方法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

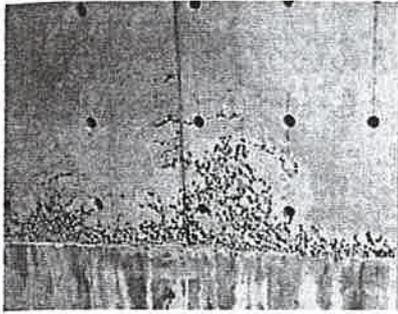


写真1 豆板 (ジャンカ)

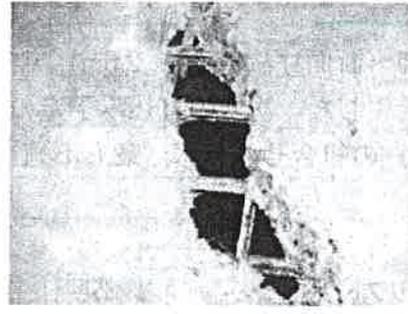


写真2 空洞

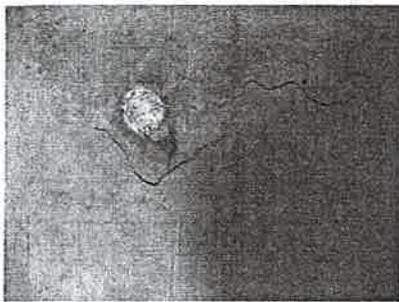


写真3 沈下ひび割れ



写真4 コールドジョイント

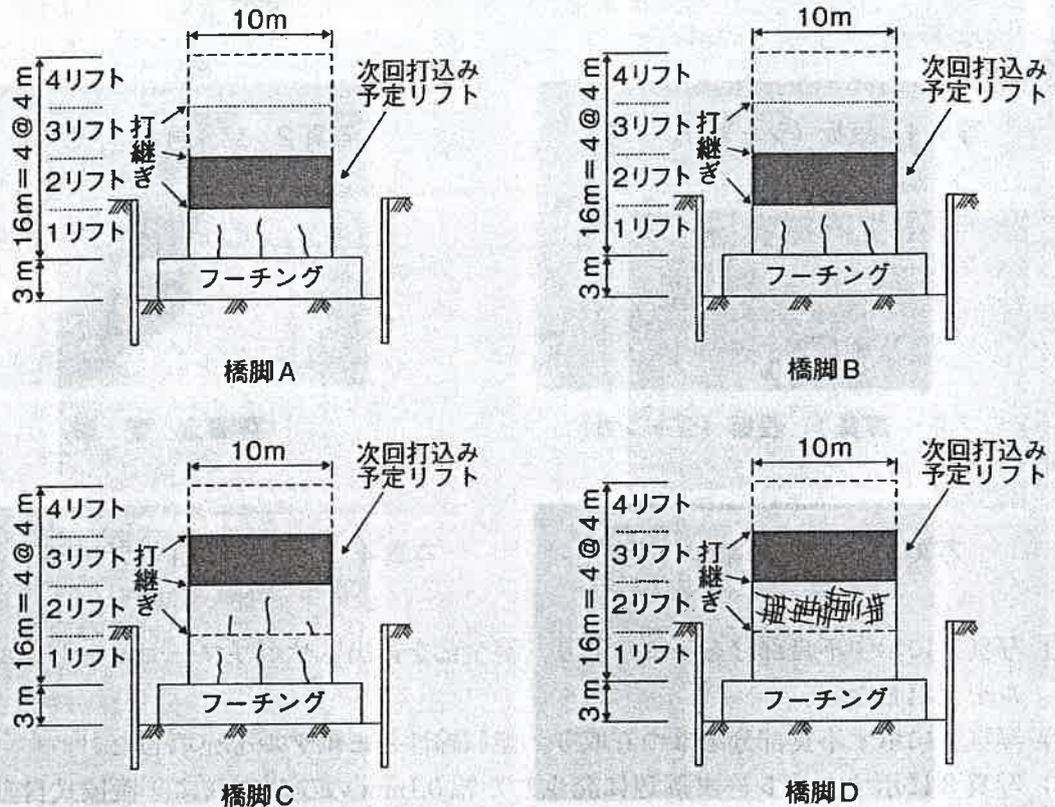
- (1) 写真1に示す不良部分をはつり取り、健全部を露出させポリマーセメントモルタルを充填した。
- (2) 写真2に示す不良部分をはつり取り、無収縮性のモルタルを充填した。
- (3) 写真3に示すセパレータ周辺に発生した幅0.1mmのひび割れに、機械式自動混合注入機を使用して可とう性エポキシ樹脂を注入した。
- (4) 写真4に示す縁切れしている部分の全長をUカットし、ポリマーセメントモルタルを充填した。

- (1) 写真1の豆板 (ジャンカ) の補修は、健全な部分まではつり取り、ポリマーセメントモルタルを充填するのが一般的であるので、適当である。
- (2) 写真2の空洞に対しては、不良部分をはつり取り、無収縮モルタルを充填するのは妥当であるので、適当である。
- (3) 写真3のように、幅0.1mm以下で進展・拡大の恐れのないひび割れに対しては、パテ状エポキシ樹脂を用いたシール工法を適用するのが妥当であるので、不適当である。
- (4) 写真4のように縁切れしているコールドジョイントに対しては、Uカット工法によりポリマーセメントモルタルを充填するのが一般的であるので、適当である。

正解 (3)

[問題 32]

壁式橋脚（断面寸法 10m × 2.5m）で、図に示すひび割れがコンクリートの打込み後 28 日までに発生した。次回の打込み予定のリフトで実施するひび割れ抑制対策に関する次の (1) ~ (4) の組合せのうち、最も不適当なものはどれか。



	ひび割れの発生状況	ひび割れ抑制対策
(1) 橋脚 A	1リフトの下端から発生している鉛直方向の幅0.3mm程度のひび割れ	2リフトの水平方向鉄筋を1リフトよりも増量した。
(2) 橋脚 B	1リフトの下端から発生している鉛直方向の幅0.4mm程度のひび割れ	2リフトのセメントを低熱型のセメントに変更した。
(3) 橋脚 C	1および2リフトそれぞれにおいて、下端から発生している鉛直方向の幅0.2mm程度のひび割れ	3リフトの型枠に発泡スチロールを巻いて断熱性を高めた。
(4) 橋脚 D	2リフトに発生している幅0.05mm程度のひび割れ	3リフトの型枠を脱型後すぐに被膜養生剤を散布した。

橋脚 A のひび割れは外部拘束による温度ひび割れと判断される。水平方向鉄筋を増量することにより、ひび割れ幅を小さくできるので、(1) はひび割れ抑制対策として適当である。

橋脚 B のひび割れも外部拘束による温度ひび割れである。低熱型のセメントに変更することにより、温度上昇を抑えられるため、(2) もひび割れ抑制対策として適当である。

橋脚 C のひび割れも外部拘束による温度ひび割れである。型枠に発泡スチロールを巻いて

断熱性を高めることは、コンクリート断面内の温度勾配を小さくできるので、内部拘束ひび割れに対しては有効である。しかし、(3)の対策は外部拘束による温度ひび割れの抑制には不適當である。

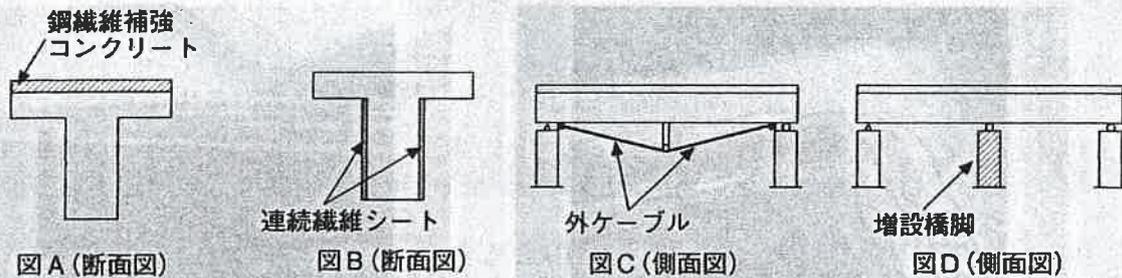
橋脚Dのひび割れは網目状に生じており、プラスチック収縮ひび割れと判断される。プラスチック収縮ひび割れは、コンクリート表面から急激に水分が蒸発することにより生ずる現象であるので、脱型後すぐに被膜養生剤を塗布するのは適當である。

以上より、最も不適當なものは(3)である。

正解 (3)

[問題 33]

鉄筋コンクリート単純桁橋の変状とその対策に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、不適當なものはどれか。



	変状	対策
(1)	過剰な振動	鋼繊維補強コンクリートによる桁上面の増厚(図A)
(2)	過剰な振動	連続繊維シートの桁側面への接着(図B)
(3)	過大なたわみ	外ケーブルの設置(図C)
(4)	過大なたわみ	桁のスパン中央に橋脚の増設(図D)

図(A)のように桁上面に鋼繊維補強コンクリートを増厚することにより、桁の曲げ剛性が増加し、過剰な振動を抑制できるので、(1)は適當である。

図(B)のように連続繊維シートを桁側面に接着しても、桁の曲げ剛性向上にはほとんど寄与せず、過剰な振動を抑制できないので、(2)は不適當である。

図(C)のように外ケーブルを配することにより、桁を上向きに反らすことができる。これにより、過大なたわみを抑制できるので、(3)は適當である。

図(D)のように橋脚を増設することにより、桁スパンが半減されて過大なたわみを抑制できるので、(4)は適當である。

正解 (2)

[問題 34]

鉄筋コンクリート造建物に写真に示すような凍害による劣化が生じていた。それぞれの劣化の対策に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、最も不適当なものはどれか。

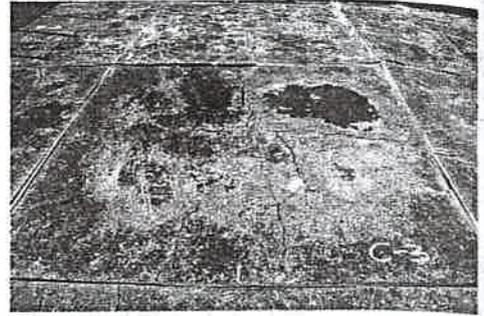
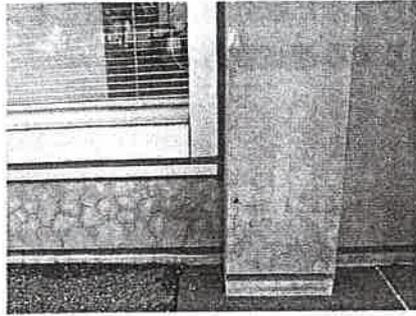


写真1 セメント系仕上げ（厚さ5mm）の外壁 写真2 屋根防水層の押えコンクリート

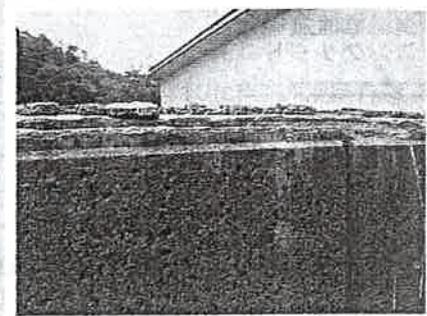
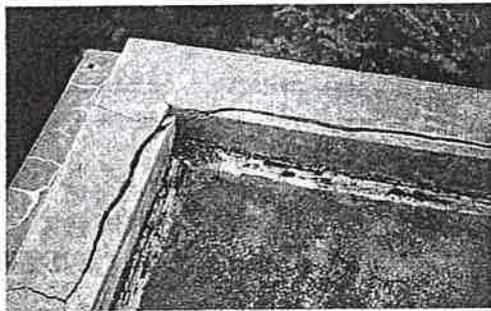


写真3 屋根バラベットの天端

写真4 建物の外壁

	写真番号	対 策
(1)	1	下地処置を施し、防水系の仕上塗材で塗装した。
(2)	2	伸縮目地および、ひび割れ箇所に弾性塗料を塗布した。
(3)	3	浮き部分を除去し、ポリマーセメントモルタルで断面修復し、金属笠木を設置した。
(4)	4	表面の脆弱箇所を除去し、ポリマーセメントモルタルを塗布した。

写真1の劣化に対して、セメント系仕上げの劣化部を除去するなどして、下地処理を施し、防水系の仕上塗材で塗装する対策は妥当と判断されるので、(1)は適当である。

写真2の劣化では押えコンクリートに浮きやひび割れ等が生じており、設問で示された対策では十分でない。既存の押えコンクリートや防水層を撤去するか（撤去工法）、押えコンクリートの劣化部分の防水樹脂モルタル等によるやり替えや伸縮目地の打直しを行った上で、シート防水等を施す（被せ工法）必要があると判断されるので、(2)は不適当である。

写真3の劣化に対して、浮き部分を除去し、断面修復を施した後に、金属笠木で滞水を防ぐ対策は妥当と判断されるので、(3)は適当である。

写真4の劣化に対して、表面の脆弱箇所を除去し、ポリマーセメントモルタルを塗布する対

策は妥当と判断されるので、(4)は適当である。
以上より、最も不適当なものは(2)である。

正解 (2)

[問題 35]

火害を受けたコンクリート構造物の対策に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) RC床版のコンクリート表面の受熱温度は300℃程度で、コンクリート表面にすすが付着していたので、すすを除去した。
- (2) RC桁のコンクリート表面に、数mmの幅のひび割れが発生し、鉄筋の一部が露出していたので、かぶりコンクリートの打換えと併せて鋼板接着補強を行った。
- (3) PC桁の最外縁(最下縁)に配置されているPC鋼材の受熱温度は450℃程度で、かぶりコンクリートの一部が爆裂していたので、かぶりコンクリートの脆弱部を打ち換えた。
- (4) RC柱の主鉄筋が数mにわたって露出し、主鉄筋の内側のコンクリートが脆弱化していたので、そのRC柱を撤去し、更新した。

- (1) 一般にコンクリートの受熱温度が300℃以下の場合、冷却後の残存強度は70%以上とする実験結果が多く報告されている。このため、火害を受けたコンクリート構造物を再使用できる安全側の受熱温度は300℃とされており、適当である。
- (2) 鉄筋は受熱温度が500℃以下の場合、冷却後に強度はほぼ回復する。鉄筋露出や数mm幅のひび割れが認められる場合には直火を受けた可能性もあり、コンクリートとの付着も損なわれているため、適当である。
- (3) PC鋼材は受熱温度が400℃を超えると機械的性質の低下が生じると言われており、かぶりコンクリートの脆弱部の打換えのみでは不十分であるので、不適当である。
- (4) RC柱の主鉄筋が露出し、主鉄筋の内側のコンクリートが脆弱化している場合には、耐荷性能の低下が推測されるので、適当である。

正解 (3)

[問題 36]

ひび割れ注入材および工法に関する次の記述のうち、最も適当なものはどれか。

- (1) セメント系注入材は、注入する前にひび割れ部を乾燥させておく必要がある。
- (2) セメント系注入材は、エポキシ樹脂系注入材と比較して、ひび割れ追従性が高い。
- (3) 硬化速度の速いエポキシ樹脂系注入材は、ひび割れ深さが深い場合に適している。
- (4) アクリル樹脂系注入材は、エポキシ樹脂系注入材と比較して、低い温度環境での施工が可能である。

- (1) 一般的にひび割れの内部は湿潤状態であることが多いが、セメント系注入材は湿潤環境で十分な接着強度が確保できる。したがって、注入する前にひび割れ部を乾燥させる必要はないので、不適當である。
- (2) エポキシ樹脂系注入材には引張り破壊伸びが50%以上の軟質形があり、セメント系注入材よりもひび割れ追従性に優れている。したがって、(2) は不適當である。
- (3) 一般に注入材の硬化速度が速いと、深いひび割れ部まで注入材が到達する前に硬化する恐れがあるので、不適當である。
- (4) 近年、エポキシ樹脂のほかにもアクリル樹脂系注入材がひび割れ補修に使用されている。アクリル樹脂の長所の一つとして、低温環境下での施工性に優れることが挙げられるので、最も適當である。

正解 (4)

[問題 37]

有機系の表面被覆工法の構成材料に求められる主な性能を示す次の表中の (A) ~ (D) にあてはまる (1) ~ (4) の組合せのうち、最も適當なものはどれか。

構成材料	求められる主な性能
下地処理材	・コンクリートとの接着性 ・(A)
不陸調整材	・コンクリート表面の気泡への充填性 ・(B)
主材	・塩分、水分、酸素、二酸化炭素などの透過・浸入阻止性 ・(C)
仕上げ材	・美観 ・(D)

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	耐アルカリ性	ひび割れ追従性	塗布表面の平滑性	耐候性
(2)	塗布表面の平滑性	耐候性	ひび割れ追従性	耐アルカリ性
(3)	塗布表面の平滑性	耐候性	耐アルカリ性	ひび割れ追従性
(4)	耐アルカリ性	塗布表面の平滑性	ひび割れ追従性	耐候性

下地処理材には、下地コンクリートの表層を強化する性能と、コンクリートと被覆材全体の一体性を確実にするための性能が求められる。下地処理材はコンクリートと接するため、耐アルカリ性も有することが必要とされるため、(A) は「耐アルカリ性」である。

不陸調整材はコンクリート表面の気泡を埋め、コンクリート表面を平滑にするために用いられるため、(B) は「塗布表面の平滑性」である。

主材は、外部環境からの劣化因子の侵入を阻止する性能とともに、ひび割れ幅の変動に対する追従性能も要求されるため、比較的厚膜で、場合によっては柔軟性に富む塗料が用いられる。したがって、(C) は「ひび割れ追従性」である。

仕上げ材は、構造物の美観を保持するとともに、日射や大気などの気象作用により劣化しにくいことが求められるため、(D)は「耐候性」である。

以上より、最も適当なものは(4)である。

正解 (4)

[問題 38]

電気防食工法に関する記述中の(A)～(C)にあてはまる次の(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

電気防食工法は、コンクリート表面に陽極材を設置し、かぶりコンクリートを介してコンクリート中の鋼材に直流電流を流すことにより、鋼材を(A)分極させて防食する工法である。防食状態を判定する場合は、通電を一旦停止し、その直後から24時間後までに、(B)方向に100mV以上復極することを確認するのが一般的である。なお、干満帯などの湿潤な環境では、24時間後の復極量は(C)なる傾向がある。

	(A)	(B)	(C)
(1)	アノード	卑(-)	小さく
(2)	アノード	貴(+)	大きく
(3)	カソード	貴(+)	小さく
(4)	カソード	卑(-)	大きく

電気防食工法は、コンクリート表面の陽極材から鋼材へ電流を流すことにより、鋼材の電位をマイナス方向へ変化させ、鋼材の腐食を電気化学的に抑制する工法である。この場合、鋼材は陰極(カソード)であり、直流電流を流すことによって、その金属の電位をマイナス(卑)方向に変化させることをカソード分極と称しており、(A)は「カソード」である。

防食状態を判定するために、通電を一旦停止し、その直後から24時間後までに(貴)方向に100mV以上復極することを確認すること(100mVシフト基準)が一般的に行われている。したがって、(B)は「貴(+)」である。

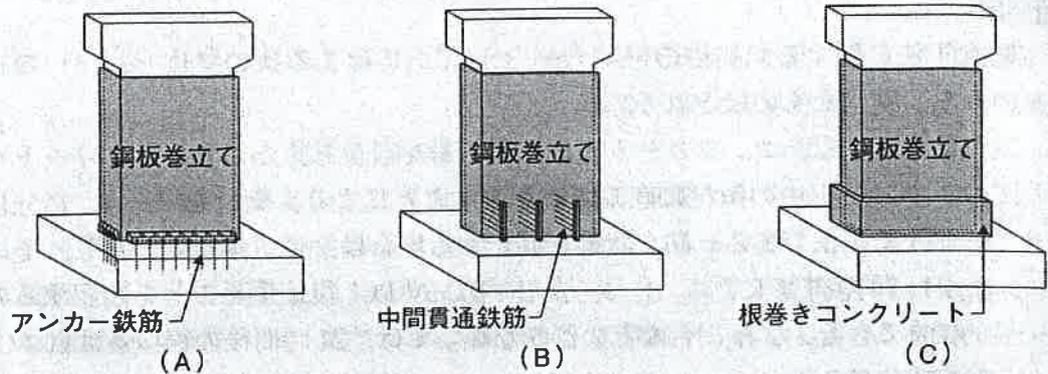
海中部や干満部に位置する部材等では、コンクリートは湿潤状態にあり酸素透過量が少ないため、鋼材の復極速度が極度に低下し、工法適用から24時間後の復極量は小さくなるので、(C)は「小さく」である。

以上より、適当なものは(3)である。

正解 (3)

[問題 39]

図(A)～(C)は、鉄筋コンクリート壁式橋脚の耐震補強を目的とした鋼板巻立て工法の性能を向上させるための付加的な措置を模式的に示した図である。それぞれの図の説明を行った(イ)～(ハ)の記述に関する次の(1)～(4)の正誤の組合せのうち、適当なものはどれか。



- (イ) 図(A)に示すように、曲げ耐力を向上させるために、鋼板に接合した鉄筋をフーチングに定着した。
- (ロ) 図(B)に示すように、じん性を向上させるために、塑性ヒンジ部に中間貫通鉄筋を配置した。
- (ハ) 図(C)に示すように、せん断耐力を向上させるために、塑性ヒンジ部を鉄筋コンクリートで巻き立てた。

	(イ)	(ロ)	(ハ)
(1)	正	正	正
(2)	正	正	誤
(3)	正	誤	誤
(4)	誤	誤	誤

図(A)のように、鋼板に接合した鉄筋をフーチングに定着させることによって、曲げ耐力を向上させることができるので、(イ)は正である。

一般に壁式橋脚では橋軸直角方向の辺長が大きく、鋼板による拘束効果が得られにくく、十分なじん性が確保できないことがある。このようなことから、図(B)のような中間貫通鉄筋を配置し、塑性ヒンジ部の拘束効果を高める方策が取られることがあるため、(ロ)は正である。

鋼板による拘束効果を高め、じん性を向上させるため、図(C)のように根巻きコンクリートを設け、上記と同様に塑性ヒンジ部の拘束効果を高める方策が取られることもある。したがって、(ハ)は誤である。

以上より、適当な正誤の組み合わせは(2)である。

正解 (2)

[問題 40]

塩害環境にある鉄筋コンクリート道路橋の上部工で点検を行ったところ、対策が必要と判定されたため、供用開始から25年目に補修を行うこととした。図1には、補修工法として、表1に示す断面修復工法と表面被覆工法を併用した場合の維持管理シナリオ(シナリオA)に基づいて算出した初回の補修費用を含めた補修後の累積維持管理費用を示す。

これに対して、表2に示す電気防食工法による維持管理シナリオ(シナリオB)を選択した場合、シナリオBによる初回の補修費用を含めた補修後の累積維持管理費用がシナリオAに比べて、最初に小さくなる時点として、次の(1)～(4)のうち最も近いものはどれか。

なお、累積維持管理費用の算出における社会的割引率と撤去費用は考慮しない。

表1 シナリオA

累積維持管理費用の算出に用いる単価	
毎年の点検費用	1,000 千円 / 年
断面修復+表面被覆工法の工事費	80 千円 / m ²
表面被覆の補修(10年に1回実施)	60 千円 / m ²
補修面積	
道路橋の橋面積(幅×長さ)	1000 m ²

表2 シナリオB

累積維持管理費用の算出に用いる単価	
毎年の点検費用	1,000 千円 / 年
電気防食工法の工事費	200 千円 / m ²
陽極材, 配線の補修費用(15年に1回実施)	20 千円 / m ²
補修面積	
道路橋の橋面積(幅×長さ)	1000 m ²

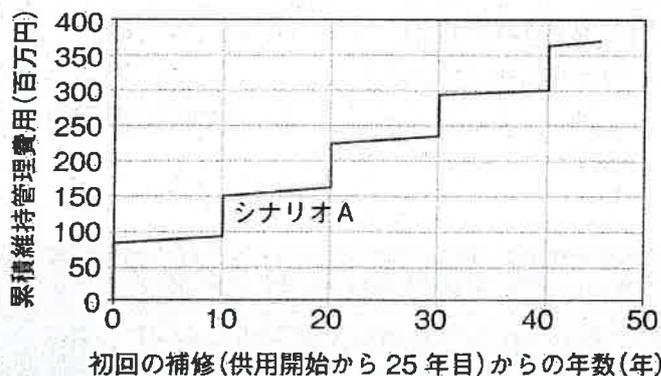
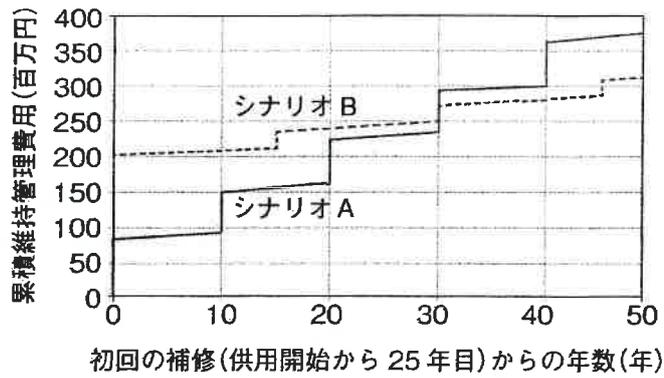


図1 補修後の累積維持管理費用

- (1) 初回の補修後, 約20年経過時
- (2) 初回の補修後, 約30年経過時
- (3) 初回の補修後, 約40年経過時
- (4) 初回の補修後, 約45年経過時

シナリオBにおける電気防食工法の工事費は、 $200 \text{ 千円/m}^2 \times 1000 \text{ m}^2 = 200 \text{ 百万円}$ である。15年に1回実施する陽極材, 配線の補修費用は、 $20 \text{ 千円/m}^2 \times 1000 \text{ m}^2 = 20 \text{ 百万円}$ である。これに毎年の点検費用として、1百万円が必要になる。以上より、シナリオBの場合の30年



後の累積維持管理費用は、以下のようになる。

$$200 + 1 \times 15 + 20 + 1 \times 15 + 20 = 270 \text{ 百万円}$$

これより、シナリオ B による累積維持管理費用は、初回の補修から 30 年後に、シナリオ A による累積維持管理費用よりも小さくなる。

したがって、最も近いものは (2) である。

正解 (2)