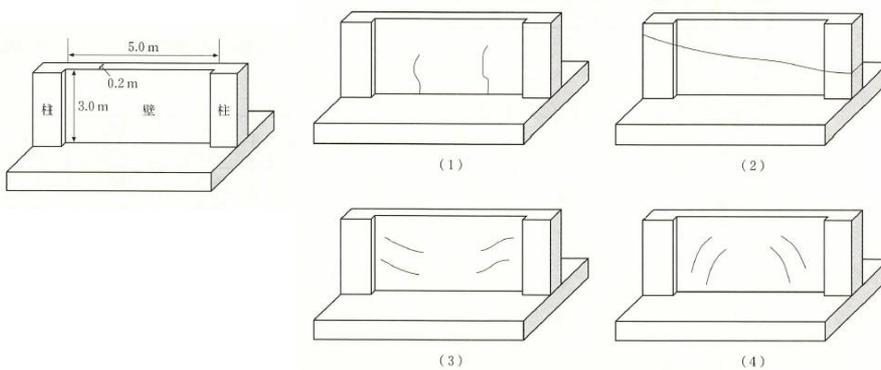


2013年度 コンクリート診断士試験解説

十河 茂幸
江良 和徳

【問題 1】

下図に示す鉄筋コンクリート壁もしくは柱に発生したひび割れの概念図のうち、コンクリートの急速な打込みが原因のひび割れとして、次の(1)～(4)のうち最も適当なものはどれか。
なお、壁と柱は同時に打ち込んだものとする。



問題(1)

◆ 急速な打込みが原因のひび割れ

(1) 乾燥収縮ひび割れ

(2) コールドジョイント

⇒ 打ち重ね時間間隔が長い

(3) 沈みひび割れ ⇒ ブリーディングが原因

(4) 斜めひび割れ ⇒ 一般的には生じない

正解は(3)

乾燥収縮ひび割れのメカニズム

● 収縮ひび割れの発生メカニズム

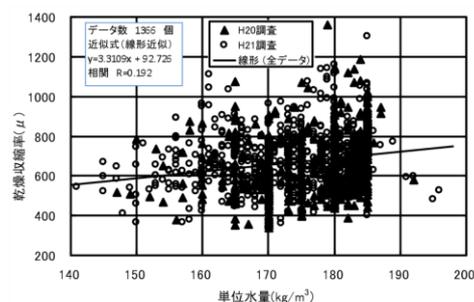
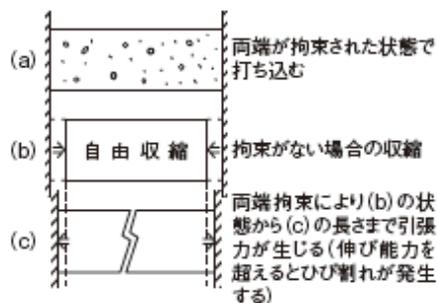


図-3.21 単位水量と乾燥収縮率

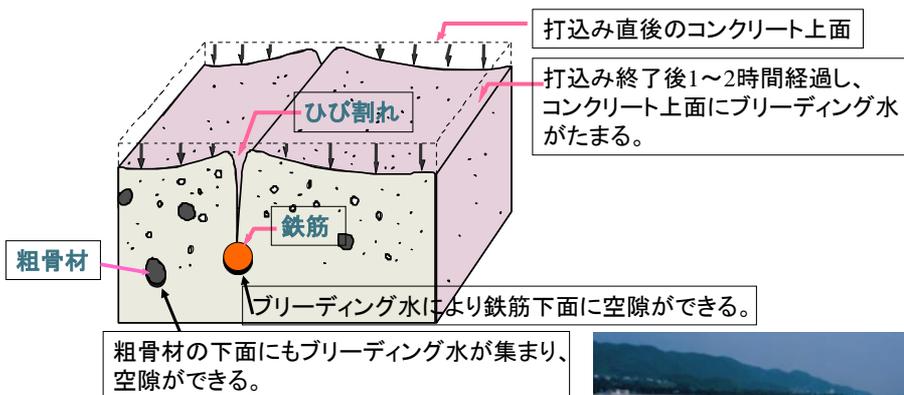
収縮が拘束されるとひび割れが生じる。
完全拘束状態では、約100μの収縮で生じる。

コールドジョイントの発生事例



連続的な打込みができない場合に生じる。

型枠面の沈みひび割れは生コンで対応



日経コンストラクション
「コンクリート名人養成講座」より



【問題 2】

コンクリートに発生するエフロレッセンス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。

一般に、一次エフロレッセンスには、可溶性の(A)などと不溶性の(B)などが含まれる。また、一次エフロレッセンスは、相対湿度が(C)、適度な風がある環境で発生しやすくなる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	Na_2SO_4	CaCO_3	低 <
(2)	Na_2SO_4	CaCO_3	高 <
(3)	CaCO_3	Na_2SO_4	高 <
(4)	CaCO_3	Na_2SO_4	低 <

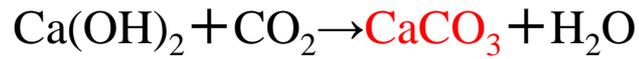
問題(2)

◆ エフロレッセンス

- (A) 可溶性の Na_2SO_4 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- (B) 不溶性の CaCO_3
- (C) 相対湿度が低い方が生じやすい。
⇒ 拡散しやすいことによる。

正解は(1)

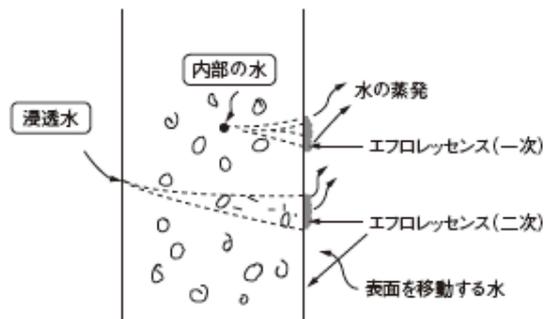
エフロレッセンスとは



この反応により炭酸カルシウムが析出する現象

一次エフロレッセンスと2次エフロレッセンス

●エフロレッセンスの発生メカニズム



【問題 3】

引張鉄筋比が釣合い鉄筋比以下の鉄筋コンクリート梁に、図1に示すように荷重を載荷した。

図2は、その時に得られた荷重(P)と支点間中央部のたわみ(δ)の関係の概略図である。図2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。

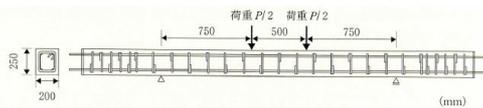


図1 鉄筋コンクリート梁の載荷状況

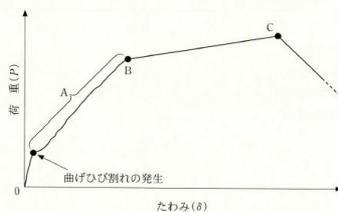


図2 荷重と支点間中央部のたわみの関係の概略図

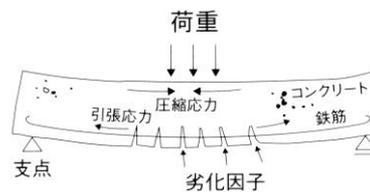
	A	B	C
(1)	支点間中央部断面での中立軸位置は移動しない	鉄筋の降伏開始	コンクリートのせん断破壊
(2)	支点間中央部断面での中立軸位置は移動しない	コンクリートのせん断ひび割れの発生	コンクリートの圧縮破壊
(3)	支点間中央部断面での中立軸位置が圧縮縁側に移動する	コンクリートのせん断ひび割れの発生	コンクリートのせん断破壊
(4)	支点間中央部断面での中立軸位置が圧縮縁側に移動する	鉄筋の降伏開始	コンクリートの圧縮破壊

問題(3)

◆ 鉄筋コンクリート梁の曲げ応力とひずみ

- (A) 曲げひび割れが生じた段階
- (B) 鉄筋が降伏したとき
- (C) コンクリートの圧縮破壊

正解は(4)



釣り合い鉄筋比とは

引張側の鉄筋と、圧縮側のコンクリートが同時に許容応力度に達するときの引張鉄筋比

- 釣り合い鉄筋比と同等 ⇒ 引張鉄筋と圧縮側コンクリートが同時に許容応力度に達する
- 釣り合い鉄筋比以下 ⇒ 引張鉄筋が先に許容応力度に達する
- 釣り合い鉄筋比以上 ⇒ 圧縮側コンクリートが先に許容応力度に達する

【問題 4】

表に示す年平均気温および年平均湿度を用いて、A市、B市、C市に建てられた鉄筋コンクリート造建物の外壁における建設から50年後の中性化深さを推定した。それぞれの市における建物外壁の中性化深さの推定値の大小関係として適当なものは、次の(1)～(4)のうちどれか。

ただし、いずれの場合も、コンクリートは普通ポルトランドセメントを使用した水セメント比50%の同一の配(調)合とし、屋外の炭酸ガス濃度は同じとした。また、外壁は仕上材を施しておらず、雨がかりはないものとした。

表 各都市の年平均気温および年平均湿度

	A市	B市	C市
年平均気温(℃)	7.0	16.6	16.7
年平均湿度(%)	74.5	61.2	73.1

- (1) A市>B市>C市
- (2) B市>A市>C市
- (3) B市>C市>A市
- (4) C市>A市>B市

問題(4)

◆ 中性化深さに及ぼす環境の影響

- ✓ 中性化は、化学反応である。つまり、温度が高い方が早く進む。
- ✓ 二酸化炭素の浸透の影響であり、相対湿度が50～60%程度が最も早く進行する。

相対湿度が同じ場合、温度が高い $C > A$

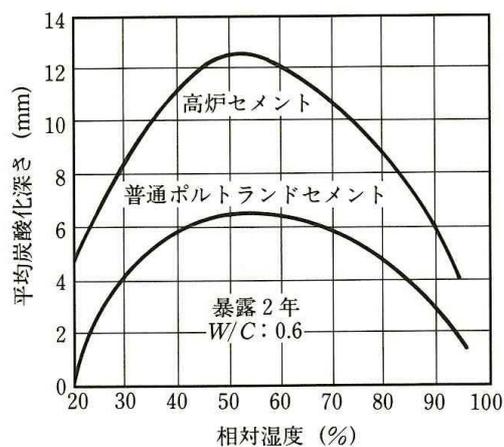
温度が同程度の場合、相対湿度60% $B > C$

よって、 $B > C > A$ 正解(3)

中性化の速さに及ぼす影響

- ✓ 水結合材比が小さいほど ⇒ 遅い
- ✓ 普通ポルトの方が混合セメントより ⇒ 遅い
- ✓ 含水率が大きいほど ⇒ 遅い
- ✓ 室内より室外の方が ⇒ 遅い
- ✓ 仕上げがあると ⇒ 遅い
- ✓ 南側、西側より、北側、東側が ⇒ 遅い
- ✓ 温度が高い方が ⇒ 早い

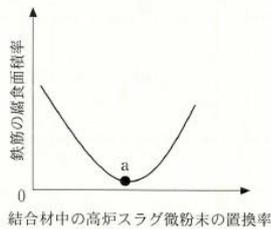
中性化速度に及ぼす相対湿度の影響



【問題 5】

外部からの塩分浸透による塩害と中性化の複合劣化を模擬した促進試験により、結合材中の高炉スラグ微粉末の置換率の異なるコンクリート中の鉄筋腐食の進行を比較した結果、下に示す概念図のような現象が確認された。この図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。

結合材中の高炉スラグ微粉末の置換率の増加に伴い、コンクリートの(A)は小さくなり、コンクリート中の(B)は減少する。結果的に、鉄筋位置での(C)が最小となったa点で鉄筋腐食が最も抑制されたと考えられる。



	(A)	(B)	(C)
(1)	塩化物イオンの見掛けの拡散係数	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{OH}^-]}$
(2)	酸素拡散係数	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{HCO}_3^-]}$
(3)	塩化物イオンの見掛けの拡散係数	CaCO_3	$\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{HCO}_3^-]}$
(4)	酸素拡散係数	CaCO_3	$\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{OH}^-]}$

問題(5)

◆ 塩化物イオン浸透と中性化の複合劣化

高炉スラグ微粉末の置換率の影響

高炉スラグ微粉末は、鉄筋腐食の防止効果がある。⇒見かけの拡散係数が小さい。

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ が減少

$[\text{Cl}^-]/[\text{OH}^-]$ が最小のa点で腐食が抑制

正解(1)

【問題 6】

下図は、鉄筋コンクリート造建物を構成する打放しコンクリートの部材(梁、壁、柱)を示したものである。これらの部材でアルカリシリカ反応が進行した場合に発生する特徴的なひび割れのパターンとして、次の(1)～(4)の組合せのうち適当なものはどれか。



	梁	壁	柱
(1)			
(2)			
(3)			
(4)			

問題(6)

◆ アルカリシリカ反応のひび割れパターン

アルカリシリカ反応は膨張反応

拘束が大きい方向にひび割れが生じる

拘束が小さいと、ランダムに生じる。

つまり、梁は水平方向、壁はランダム

柱は上下方向

正解は、(4)

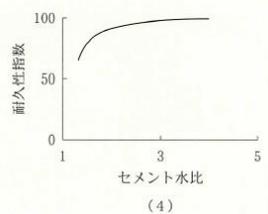
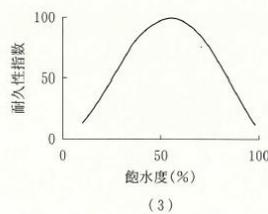
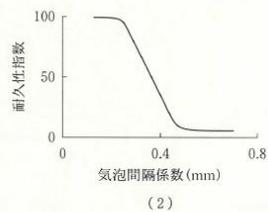
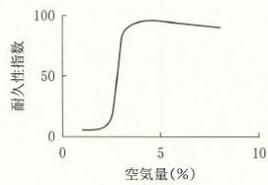
ASRによるひび割れ事例



【問題 7】

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(1)~(4)の概念図のうち、不適当なものはどれか。

ただし、(1)~(3)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。



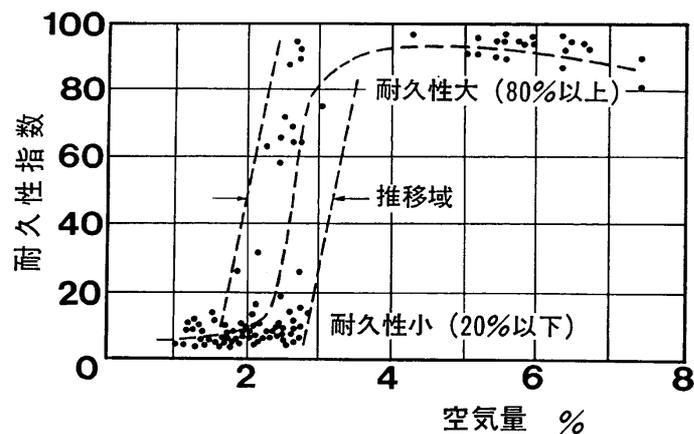
問題(7)

◆ 耐凍害性に及ぼす影響

- (1) 空気量は、3%以上で耐久性指数が大
- (2) 気泡間隔係数が小さいと耐久性指数が大
⇒ 気泡間隔は空気量が多い程小さい
- (3) 飽和度が高いのは、凍害要因の水が多い。
⇒ 飽和度が高いと凍害を受けやすい
- (4) セメント水比が大(強度が高い)と凍害を受けにくい

正解(3)

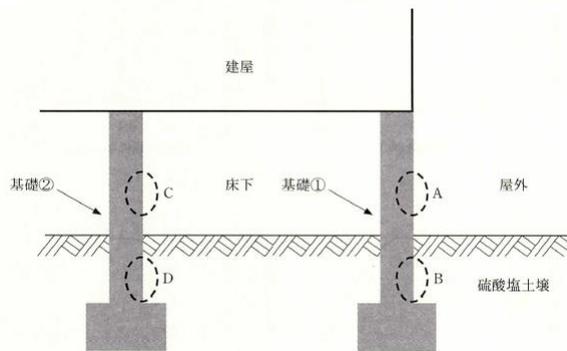
空気量と耐久性指数



【問題 8】

下図は、地盤が硫酸塩土壌である敷地に建設された建築構造物の基礎部分を示したものである。この基礎コンクリートで硫酸塩劣化が生じる場合、図中のA～Dのうち、劣化速度が最も大きくなると考えられる位置はどれか。

なお、基礎①の屋外側は雨がかりがあり、屋外および床下の土壌は湿潤状態にある。また、床下は常時換気されている。



- (1) A
- (2) B
- (3) C
- (4) D

問題(8)

◆ 硫酸塩土壌の基礎と部位の影響

土壤に接していない基礎が乾燥状態にあると、コンクリート内部に上下方向に湿度勾配が付き、土壤から多量の硫酸イオンが上昇して侵食する。

Cの部位が劣化

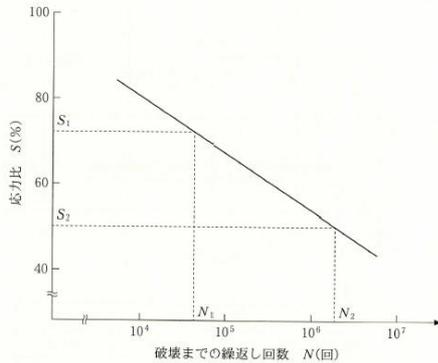
正解(3)



【問題 9】

下図は、コンクリートの繰返し圧縮応力比 S と破壊に至るまでの繰返し回数 N の関係を表した $S-N$ 曲線である。このコンクリートに応力比 S_1 で n_1 回繰返し応力を加えた後、応力比 S_2 で繰返し載荷を n_2 回行ったところで破壊した。この時の繰返し回数 n_2 として、(1)～(4)のうち適当なものはどれか。

なお、応力比 S は、コンクリートの静的圧縮強度に対する繰返し圧縮応力の比であり、繰返し回数 N_1 および N_2 は、応力比 S_1 および S_2 でそれぞれ破壊に至るまでの繰返し回数である。ただし、 $n_1 < N_1$ とする。



$$(1) \quad n_2 = \frac{N_2(N_1 - n_1)}{N_1}$$

$$(2) \quad n_2 = \frac{N_1(N_1 - n_1)}{N_2}$$

$$(3) \quad n_2 = \frac{S_2(N_1 - n_1)}{S_1}$$

$$(4) \quad n_2 = \frac{S_1(N_1 - n_1)}{S_2}$$

問題(9)

◆ S-N曲線の問題

応力比 S_1 の回数 n_1 は、 N_1 回で破壊

応力比 S_2 の回数 n_2 は、 N_2 回で破壊

累積損傷度 $M = n_1/N_1 + n_2/N_2$

$M \geq 1$ で破壊するため。

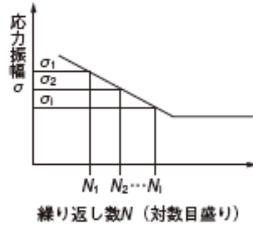
$1 = n_1/N_1 + n_2/N_2$ を解いて

$$n_2/N_2 = 1 - n_1/N_1$$

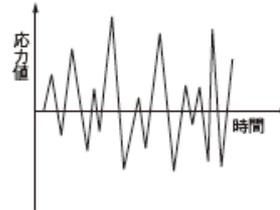
$$n_2 = N_2(N_1 - n_1)/N_1 \quad \text{正解(1)}$$

疲労強度(累積疲労損傷度)

●S-N曲線の例



●実働状態の応力波形の例



$$M = \sum_j \frac{n_j}{N_j}$$

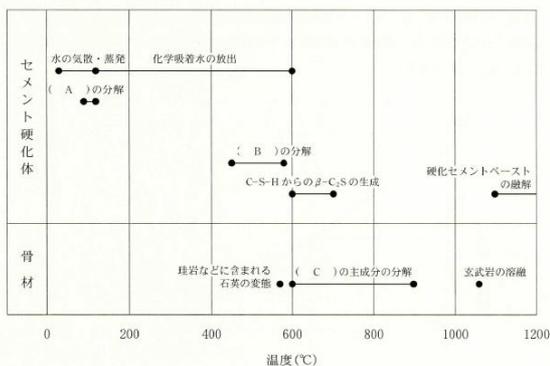
ここに、 M ：累積疲労損傷度

n_j ：作用応力振幅 $\Delta\sigma$ の繰り返し回数

N_j ：作用応力振幅 $\Delta\sigma$ による疲労寿命

【問題 10】

下図は、加熱されたセメント硬化体および骨材に含まれる物質の各温度域での化学的変化を示したものである。図中の(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。



	(A)	(B)	(C)
(1)	水酸化カルシウム	エトリンガイト	安山岩
(2)	エトリンガイト	水酸化カルシウム	安山岩
(3)	水酸化カルシウム	エトリンガイト	石灰岩
(4)	エトリンガイト	水酸化カルシウム	石灰岩

問題(10)

◆ 加熱された骨材、セメント硬化体

(A) エトリンガイトは100°C程度で分解

(B) 450～600°Cで水酸化カルシウムが分解

(C) 600°Cを超えると石灰岩の分解が始まる

安山岩は、1000°Cを超えないと溶解しない。

正解(4)

変色状況	温度範囲 (°C)	
表面にすずが付着	300未満	
ピンク色	300～600	
灰白色	600～950	
淡黄色	950～1200	
溶解	1200以上	

【問題 11】

コールドジョイントを発生させないコンクリートの打込み計画を立案するために、コンクリートの凝結時間を測定した。凝結時間の測定方法に関する次の記述のうち、JIS A 1147：2007(コンクリートの凝結時間試験方法)に照らして、不適当なものはどれか。

- (1) 試験に用いる試料は、採取したコンクリート試料を公称目開き4.75 mmの網ふるいでふるったモルタル分とした。
- (2) 貫入試験は、試料の表面に発生したブリーディング水を取除かずに行った。
- (3) 貫入抵抗値が3.5 N/mm²になるまでの時間を、コンクリートの始発時間とした。
- (4) 貫入抵抗値が28.0 N/mm²になるまでの時間を、コンクリートの終結時間とした。

問題(11)

◆ コールドジョイントと凝結時間の関係

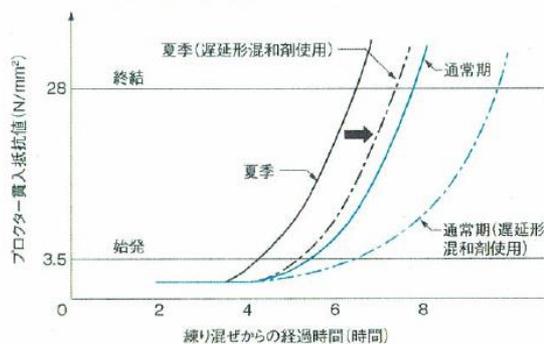
JIS A 1147 のプロクター貫入抵抗試験方法

- (1) 5mmのふるいでモルタルにする。
- (2) 測定の前にブリーディング水を取り除く ×
- (3) 貫入抵抗値 $3.5\text{N}/\text{mm}^2$ を始発と定義
- (4) 貫入抵抗値 $28.0\text{N}/\text{mm}^2$ を終結と定義

正解(2)

プロクター貫入試験

●プロクター貫入抵抗値の経時変化



【問題 12】

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。次の記述のうち、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、不適当なものはどれか。

- (1) コアの側面を水洗いし、表面が濡れている状態でフェノールフタレイン溶液を噴霧し、測定を行った。
- (2) 赤紫色の呈色が不鮮明だったので、フェノールフタレイン溶液を再度噴霧して、発色が鮮明になってから測定を行った。
- (3) 測定箇所にも粗骨材の粒子があったので、粒子の両端の中性化位置を結んだ直線上で測定を行った。
- (4) コンクリート表面から赤紫色に呈色した部分までの距離を 0.5 mm の単位で測定した。

問題(12)

◆ コア供試体の中性化深さ測定 (JIS A 1152)

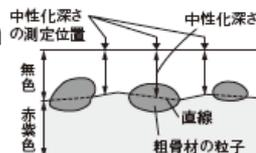
(1) コアの表面が濡れている状態で測定

⇒ 乾燥させて測定

(2) 呈色が薄いから、再度溶液を噴霧

(3) 粗骨材の両端の位置を結んだ直線上で測定

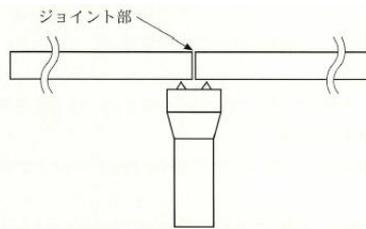
(4) 赤紫色に抵触した個所を0.5m



不適当な 正解 (1)

【問題 13】

山間部に位置する鉄筋コンクリート橋脚において、下の写真の○で示す範囲に生じている変状について、原因を推定することとした。その際に行う机上調査として、最も不適当なものはどれか。



橋梁の側面の概略図

- (1) 凍結防止剤の散布状況を調べた。
- (2) 施工記録からコンクリートの使用材料および配(調)合を調べた。
- (3) 周辺の同年代に建設された構造物の劣化調査結果を調べた。
- (4) 施工記録からコンクリート打継ぎ時期および打重ね時間間隔を調べた。

問題(13)

◆ 山間部のRC橋脚の変状の原因

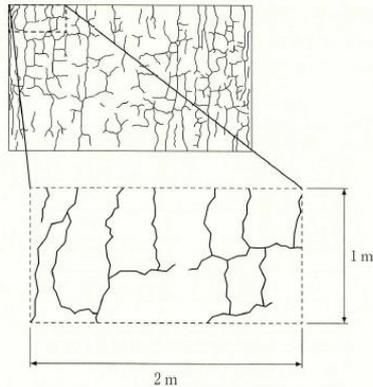
- (1) 凍結防止剤の散布は、 Na^+ と Cl^- を増加
- (2) 施工記録の調査で使用材料を確認
- (3) 周辺で同様の骨材を使用した現場を調査
- (4) 施工記録で打継ぎや打ち重ね時間間隔の調査

⇒ コールドジョイントではないひび割れ ×

正解(4)

【問題 14】

下図は、コンクリート構造物の表面に発生したひび割れ状況を示したものである。点線で囲まれた部分(1 m × 2 m)のおおよそのひび割れ密度を示したものとして、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。



- (1) 2 m/m
- (2) 2 m/m²
- (3) 4 m/m
- (4) 4 m/m²

問題(14)

◆ コンクリートのひび割れ密度

ひび割れ密度は1平米あたりの長さ

$$m/m^2$$

2m² に 約 8m くらい

$$4m/m^2$$

正解は、(4)

【問題 15】

JIS A 1107 : 2012(コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法)に従って構造物から採取したコアを用いて、圧縮強度試験を行った。

コア供試体の平均直径(d)が100.0 mm、コア供試体の平均高さ(h)が163.0 mm、試験時最大荷重が 2.67×10^5 Nであったとき、下表に示す補正係数に基づいて計算した圧縮強度のうち、

JIS A 1107 : 2012 に照らして、適当なものはどれか。

なお、円周率(π)は3.14とする。

JIS A 1107 : 2012 による補正係数

高さとの比 (h/d)	補正係数 (k)
2.00	1.00
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

h/d がこの表に表す値の間にある場合は、補正係数 k を補間して求める。

(1) 35.1 N/mm^2

(2) 33.0 N/mm^2

(3) 32.6 N/mm^2

(4) 32.0 N/mm^2

問題(15)

◆ JIS A 1107 コアの圧縮強度

圧縮強度は、直径の2倍の高さで評価

コア採取で高さが不足した場合は補正が必要

直径100mm 高さは200mm必要

高さ163mmの場合 補正係数 0.97

$$2.67 \times 10^5 \div (50 \times 50 \times 3.14) \times 0.97 = 33.0$$

正解 (2)

強度の補正係数

●圧縮強度への試験方法の影響(各種供試体の強度比)

材齢	円柱供試体(インチ)			立方体(インチ)		柱体(インチ)	
	φ6×6	φ6×12	φ8×16	6	8	6×12	8×16
7日	0.67	0.51	0.48	0.72	0.66	0.48	0.48
28日	1.12	1.00	0.95	1.16	1.15	0.93	0.92
3か月	1.47	1.49	1.27	1.55	1.42	1.37	1.27
1年	1.95	1.70	1.78	1.90	1.74	1.68	1.60

●圧縮試験状況



●補正係数 [JIS A 1107]

高さ(高さ)と直径との比 $\frac{h}{d}$	補正係数	備考
2.00	1.00	$\frac{h}{d}$ がこの表に表す値の間にある場合、補正係数は補間して求める
1.75	0.98	
1.50	0.96	
1.25	0.93	
1.00	0.87	

【問題 16】

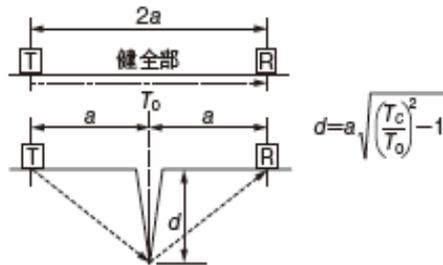
コンクリート構造物に生じているひび割れの深さ(d)を超音波法により推定するために、2種類の計測方法によって、発振子から発振された超音波が受振子に到達するまでの時間 t_1 および t_2 をそれぞれ計測した。このとき、ひび割れ深さの推定式に対応する t_1 および t_2 の計測方法に関する(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

	t_1 の計測方法	t_2 の計測方法	ひび割れ深さの推定式
(1)			$d = a \sqrt{\left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 - 1}$
(2)			$d = a \sqrt{\left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 - 1}$
(3)			$d = a \sqrt{\frac{4t_2^2 - t_1^2}{t_2^2 - t_1^2}}$
(4)			$d = a \sqrt{\frac{4t_2^2 - t_1^2}{t_2^2 - t_1^2}}$

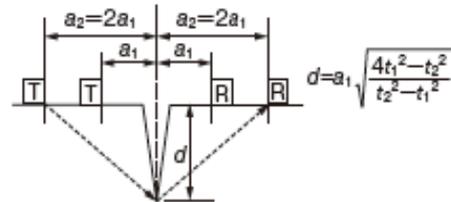
問題(16)

◆ 超音波によるひび割れ深さ測定

● T_c-T_0 法と算定式



● 修正BS法と算定式



正解(3)

【問題 17】

電磁波レーダ法による鉄筋の位置およびかぶり(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高いほど、水平分解能(配筋ピッチの分解能力)は(A)する。また、電磁波の周波数が高いほど、探査できる深さは(B)なる。なお、かぶり(厚さ)の推定値は、電磁波の伝播速度により決まるため、(C)の比誘電率を適切に設定する必要がある。

	(A)	(B)	(C)
(1)	向 上	浅 く	コンクリート
(2)	低 下	浅 く	鉄 筋
(3)	向 上	深 く	コンクリート
(4)	低 下	深 く	鉄 筋

問題(17)

◆ 電磁波レーダー法

電磁波の周波数が高いほど、
分解能は向上する。
探査できる深さは浅くなる。

電磁波の伝搬速度に影響するのは
⇒ コンクリートの比誘電率

正解 (1)

■ 電磁波レーダー法



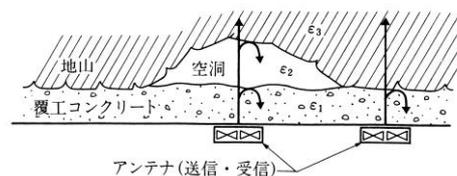
RCLレコーダー測定状況

コンクリート表面からレーダー波を入力させ、その反射波をとらえて、コンクリート内部状態を推定する。

- ・波長長い...測定深さ大, 分解能低下
- ・波長短い...測定深さ小, 分解能良好(減衰大)

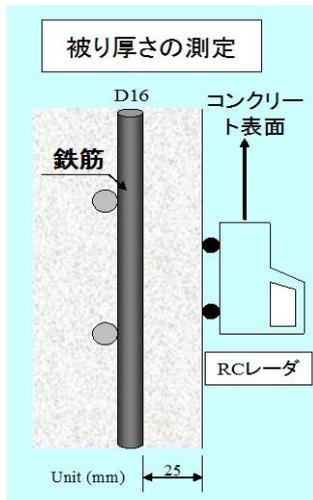
適用例...①トンネル覆工と地山部の空隙の推定
②鉄筋位置, 深さ

トンネル覆工(電磁波法)

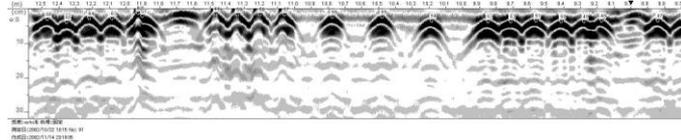


出典: 棚野博之, コンクリートの非破壊検査技術, 内部欠陥, コンクリート工学 Vol.33, No.3, 1995

電磁波レーダ法：鉄筋位置および被り厚さ測定



RCLレーダ探査状況



測定データの例

【問題 18】

塩害環境に位置するコンクリート構造物の調査に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 粗骨材の最大寸法の3倍の直径のコアを採取し、粉碎・調製した試料を用いて、塩化物イオン濃度を測定した。
- (2) 採取コアの割裂面に硝酸銀溶液を噴霧し、塩化物イオンの浸透深さを調べた。
- (3) 採取コアを用いて、電子線マイクロアナライザー(EPMA)により塩化物イオン濃度の分布を調べた。
- (4) 採取コアの中性化した領域の塩化物イオン濃度の測定結果を含めて、塩化物イオンの見掛けの拡散係数を計算した。

問題(18)

◆ 塩害環境のコンクリート構造物の調査

- (1) 粗骨材の最大寸法の3倍のコア直径
- (2) コアの割裂面に硝酸銀溶液を噴霧し、塩化物イオンの浸透深さを測定
- (3) EPMA(電子マイクロアナライザー)を用いて塩化物イオンの分布を測定
- (4) 中性化した領域を含めて拡散係数を算出

不相当は (4)

中性化による塩分濃縮

$$C(x,t) = C_0 \left(1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) + C_1$$

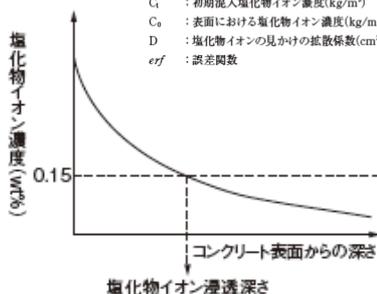
ここに、 $C(x,t)$: 深さ x (cm) 地点の経過時間 t (年) における塩化物イオン濃度 (kg/m³)

C_1 : 初期混入塩化物イオン濃度 (kg/m³)

C_0 : 表面における塩化物イオン濃度 (kg/m³)

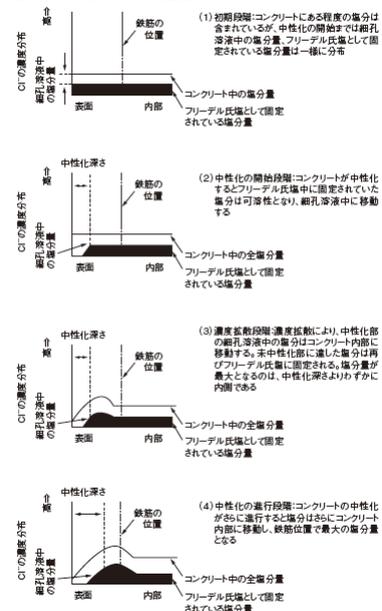
D : 塩化物イオンの見かけの拡散係数 (cm²/年)

erf : 誤差関数



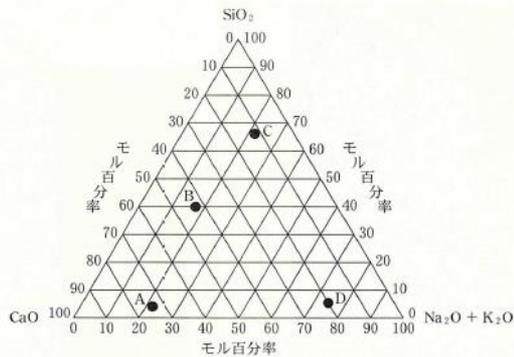
拡散係数は塩分濃縮を考慮

● 中性化に伴う塩化物イオンの濃縮現象



【問題 19】

コンクリート表面の白色の付着物 A, B, C, D を蛍光 X 線分析装置で分析した結果を基に、下に示す三成分系図を作成した。これらの付着物のうち、アルカリシリカゲルであると推定される付着物の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。



- (1) AとB
- (2) BとC
- (3) CとD
- (4) AとD

問題(19)

◆ 三成分系の測定結果からASRの可能性

対角線上におろした垂線の長さ

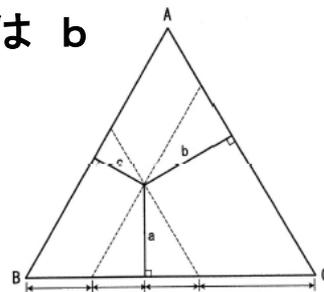
Aの量は a Bの量は b

シリカが多いものを選定

⇒ B(SiO₂ 40%)

C(SiO₂ 70%)

正解(2)



【問題 20】

コンクリート構造物から採取した試料に対する調査項目と使用する分析機器・装置を示した次の(1)～(4)の組合せのうち、最も適当なものはどれか。

	調 査 項 目		
	骨材中の反応性珪物の有無	エトリンガイトの生成状況	水酸化カルシウム量
(1)	走査型電子顕微鏡	偏光顕微鏡	示差熱重量分析装置
(2)	偏光顕微鏡	走査型電子顕微鏡	示差熱重量分析装置
(3)	走査型電子顕微鏡	示差熱重量分析装置	偏光顕微鏡
(4)	偏光顕微鏡	示差熱重量分析装置	走査型電子顕微鏡

問題(20)

◆ 試料の調査項目と分析機器

骨材中の反応生成物

⇒ 偏光顕微鏡

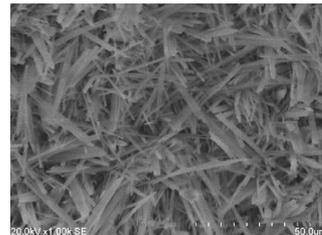
エトリンガイトの生成状況

⇒ 走査型電子顕微鏡

水酸化カルシウム量

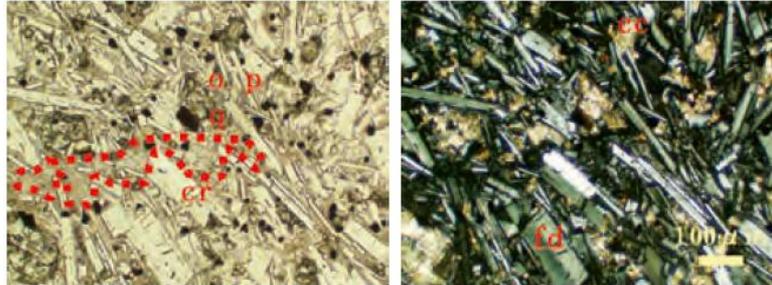
⇒ 示差熱重量分析

正解(2)



走査型電子顕微鏡の例

偏光顕微鏡の画像

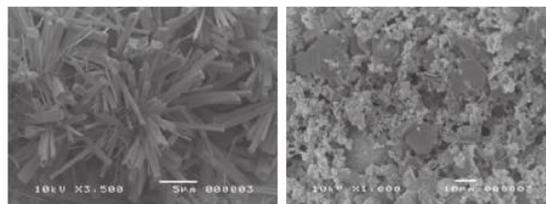
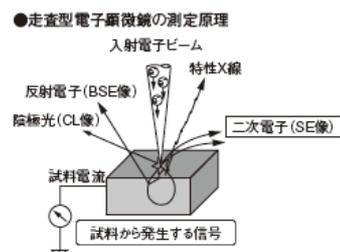


輝石安山岩の観察結果の例。クロスニコル(右)では黒く見える部分、オープンニコル(左)では赤い点線で囲まれた部分がクリストバライト

走査型電子顕微鏡(SEM)



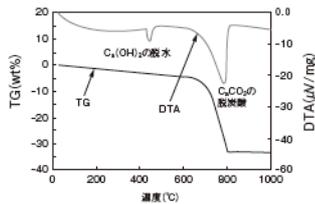
走査型電子顕微鏡の例



セメント水和物のSEM写真の例。左はエトリンガイトで、右はモノサルフェート

示差熱重量分析

●セメントの熱分析結果の例

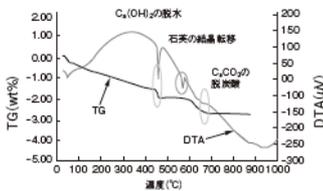


風化した普通ポルトランドセメントの示差熱重量分析結果の例：400℃付近から水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)の脱水による吸熱とわずかな重量減少が認められ、600℃を超えたあたりから炭酸カルシウムの脱炭酸とそれに伴う吸熱と重量減少が認められる。吸熱と重量減少の大ききから風化の程度を類推することができる



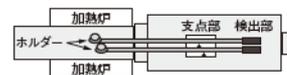
示差熱重量分析装置の例

●コンクリートの熱分析結果の例



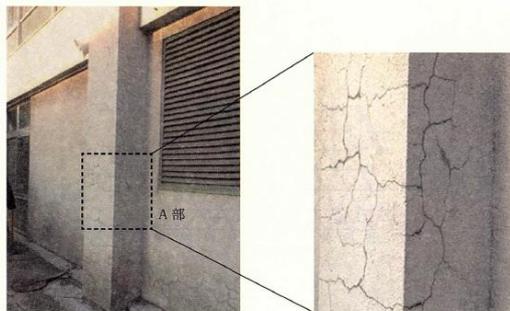
コンクリートから採取したモルタル部分の示差熱分析の例：450℃付近および600℃を超えたあたりで、それぞれ水酸化カルシウムの脱水と炭酸カルシウムの脱炭酸に伴う吸熱と重量減少が認められる。水酸化カルシウムが脱水を始める前にだらだらとした重量減少がみられるが、これはCSHゲルの脱水などによる。また、573℃の吸熱ピークは石英の結晶転移によるもので、骨材を含む試料ではよく見られる現象である

●示差熱重量分析装置の概略図



【問題 21】

寒冷地にある鉄筋コンクリート造建物のモルタル仕上げ面(モルタル厚さ 20 mm)に写真に示すひび割れが生じた。このひび割れの主たる原因として、次の(1)~(4)のうち、最も考えにくいものはどれか。



外観

A部の拡大

- (1) 躯体コンクリートの使用材料に起因する異常膨張
- (2) 躯体コンクリートの乾燥収縮
- (3) 仕上げモルタルの乾湿の繰返し
- (4) 仕上げモルタルの凍結融解の繰返し

問題(21)

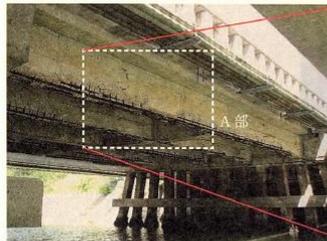
◆ 寒冷地のモルタル仕上げのひび割れ

- (1) 躯体の異常膨張 ⇒ モルタルは引張側
- (2) 躯体の乾燥収縮 ⇒ ひび割れは生じない
- (3) モルタルの乾湿繰り返し ⇒ 乾燥時にひび割れ
- (4) モルタルの凍結融解の繰り返し
⇒ 融解時にひび割れ

最も考えにくいもの 正解 (2)

【問題 22】

写真は、沿岸部に位置する鉄筋コンクリートT桁橋である。この橋梁がある道路は、今後も長期的な供用が予定されている。この道路の維持管理計画を立てる上で、この橋梁に対する合理的な対策として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。



全 景



A部の拡大

- (1) 外ケーブルの設置
- (2) 鋼板接着
- (3) 電気防食
- (4) 架替え

問題(22)

◆ 沿岸部のRCT桁橋のひび割れ対策

塩害による鉄筋の腐食が進行

全体にひび割れが見られる

(1)外ケーブルの設置

(2)鋼板接着

(3)電気防食 ⇒(1)～(3)は長期供用に不適

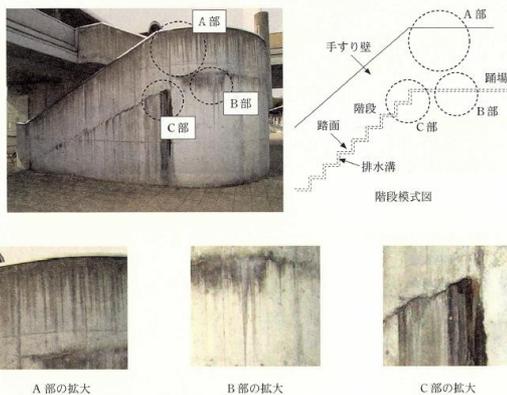
補修・補強が困難と判断

正解 (4)

【問題 23】

写真は、鉄筋コンクリート造の屋外階段の外観を示したものである。手すり壁の立上り部と踏面端部の排水溝の境界には貫通しているひび割れが認められる。A～C部の変色の主たる原因に関する、次の(1)～(4)の組合せのうち、最も適当なものはどれか。

なお、雨水は踏面端部の手すり壁に沿った排水溝により下部へ排水される形状となっている。



	A部	B部	C部
(1)	塵埃および死滅した微生物	鋼材腐食による錆汁	エフロレッセンス
(2)	エフロレッセンス	塵埃および死滅した微生物	鋼材腐食による錆汁
(3)	塵埃および死滅した微生物	エフロレッセンス	鋼材腐食による錆汁
(4)	鋼材腐食による錆汁	塵埃および死滅した微生物	エフロレッセンス

問題(23)

◆ RC建築物の屋外階段の変状

- (A)部 カビ(死滅した微生物)
- (B)部 漏水からエフロレッセンス
- (C)部 錆汁

正解(3)

【問題 24】

建設後25年が経過した打放し仕上げの鉄筋コンクリート構造物において、コンクリートの中性化深さを調査したところ15mmであった。かぶり(厚さ)が35mmで、コンクリート中の塩化物イオン量は無視できる程小さいことが確認されている場合、現在から75年後の予測に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

ただし、環境条件は変わらず、鉄筋の腐食は中性化残り(かぶり(厚さ)から中性化深さを引いた残り)が10mmになった時点で開始するとする。

- (1) 表面から深さ25mmの位置のコンクリートは中性化している。
- (2) 表面から深さ35mmの位置のコンクリートのpHが8.0以下である。
- (3) 表面から深さ40mmの位置のコンクリートに水酸化カルシウムが存在する。
- (4) 鉄筋の不動態皮膜の消失が認められる。

問題(24)

◆ 建設後25年経過のRC中性化深さ15mm

$15 = A\sqrt{25}$ $A = 3$ さらに75年は建設後100年経過することになり $3\sqrt{100} = 30\text{mm}$

まで中性化

(1) 表面から25mmは中性化している。 ○

(2) 深さ35mmは中性化せず、pH8.0以下でない ×

(3) 深さ40mmは中性化せず、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は存在 ○

(4) かぶり35mmで中性化残り5mmでは鉄筋の不動態皮膜は消失 ○ 正解は(2)

【問題 25】

図1に示す1980年に施工されたコンクリート橋脚の張出し部においてひび割れが発生していたので、この部分のコンクリートをはったところ、図2に示す位置のせん断補強筋の曲げ加工部に写真1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に関する次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

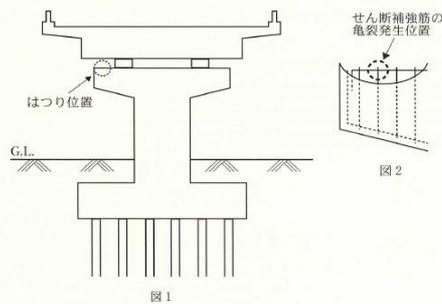


写真1 曲げ加工部の亀裂

- (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) アルカリシリカ反応
- (4) セメントの水和熱

問題(25)

◆ 1980年に施工の橋脚

張出し部にひび割れ

せん断補強筋の曲げ加工部に亀裂

原因は、アルカリシリカ反応

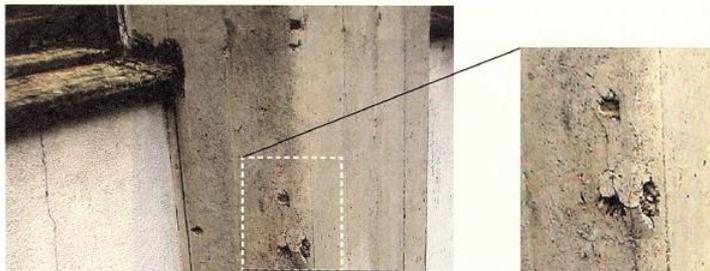
正解(3)

曲げ加工部のひび割れは、

コンクリートの膨張力で内部から進展

【問題 26】

積雪寒冷地に建てられた鉄筋コンクリート造建物の柱に写真に示すようなポップアウトがみられた。このポップアウトの原因と判断した次の(1)～(4)の骨材のうち、適当なものはどれか。



ポップアウト部の拡大

- (1) 粘土塊を含んだ陸砂利や軟石
- (2) 十分に洗浄されなかった海砂
- (3) 硫化鉄を含んだ砕石
- (4) アルカリシリカ反応性のある砕砂

問題(26)

◆ 積雪寒冷地のポップアウト

- (1) 粘土塊を含んだ陸砂利
- (2) 十分に洗浄された海砂 ⇒ ×
- (3) 硫化鉄を含んだ碎石 ⇒ × (錆色)
- (4) アルカリシリカ反応性のある砕砂 ×

凍結融解作用により生じる場合がある。

正解は(1)

【問題 27】

東北地方における鉄道駅のプラットフォームにおいて、鉄筋コンクリート床版の上面および側面に写真に示すような変状が確認された。この様な変状が生じた原因として次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



A部の拡大(鉄筋コンクリート床版上面)



B部の拡大(鉄筋コンクリート床版側面)

- (1) 迷走電流による鉄筋の電食
- (2) 乗降による疲労
- (3) 電車による振動
- (4) 雨水や融雪水による凍結融解

問題(27)

◆ 東北地方の鉄道駅プラットフォーム

- (1) 迷走電流による鉄筋の腐食 ×
- (2) 乗降による疲労 ×
- (3) 電車の振動 ×
- (4) 雨水や融雪による凍結融解

正解(4)

【問題 28】

温暖な地域の海岸近くに立地し、風雨にさらされる無筋コンクリート防波堤において、建設後、早期に写真に示すような表面の粗面化が生じていた。このような現象が生じた要因に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。



- (1) 単位セメント量が小さかった。
- (2) 細骨材に水洗いしていない海砂を使用していた。
- (3) 型枠のせき板に糖分を多く含む木材が使われていた。
- (4) 型枠の取り外しが早く、表面が急激に乾燥した。

問題(28)

◆ 温暖な地域の無筋コンクリート防波堤

表面剥離とみられる変状

- (1) 単位セメント量が小さい ○
- (2) 水洗いしていない海砂の使用 ×
- (3) 型枠のせき板に糖分 ○
- (4) 型枠の取り外しが早過ぎ ○

不適当な原因

正解(2)

【問題 29】

プレストレストコンクリート桁において、シース内へのグラウト注入時に閉塞が確認されたため、X線透過試験法を用いて図1中の赤丸で示す箇所のグラウトの充填状況の確認を行ったところ、図2のようなX線フィルム画像が得られた。グラウトの充填状況の判定に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

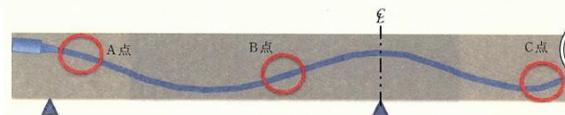


図1 X線撮影位置

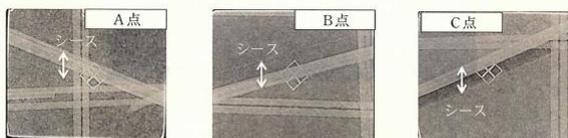


図2 X線フィルム画像

	A点	B点	C点
(1)	充填不良	充填不良	充填良好
(2)	充填良好	判定困難	充填不良
(3)	充填良好	充填良好	判定困難
(4)	判定困難	充填良好	充填不良

問題(29)

◆ X線によるPCグラウトの未充填

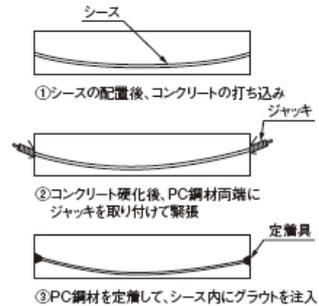
Cは充填不良（黒い部分が未充填）

Aは重なっているため

Bは充填良好に見える

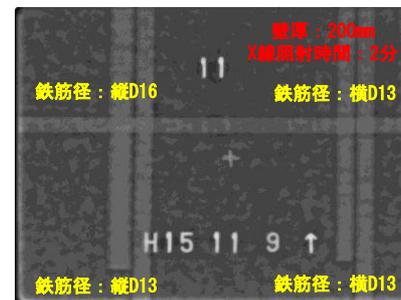
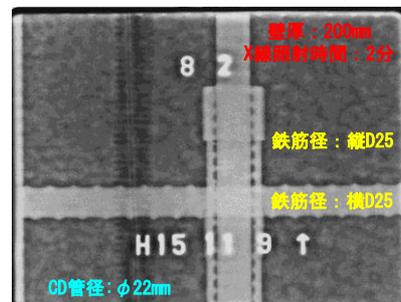
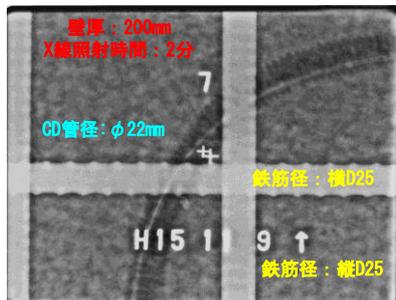
正解(4)

●ポストテンション方式



～ 放射線透過法 ～

鉄筋は白に、
未充填は黒くなる。



【問題 30】

コンクリート構造物の耐久性に関する通達・指針類とその年代に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 1970年代に、建設省住宅局建築指導課長通達「コンクリートに使用される細骨材中に塩分が含まれる場合の取扱いについて」および建設省技術調査室長通達「土木工事に係わるコンクリート細骨材としての海砂の使用について」が通知された。
- (2) 1980年代に、社団法人日本道路協会から「道路橋の塩害対策指針(案)・同解説」が発刊された。
- (3) 1990年代に、JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)附属書に「セメントの選定等によるアルカリ骨材反応の抑制対策の方法」が規定された。
- (4) 2000年代に、国土交通省から「レディーミクストコンクリート単位水量測定要領(案)」が通知された。

問題(30)

◆ 耐久性に関する通達

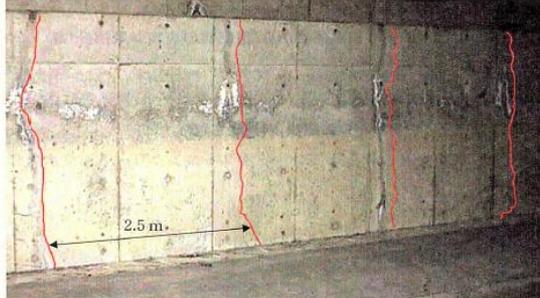
- (1)1970年代 海砂の塩分規制 ⇒1978年
- (2)1980年代 塩害対策指針 ⇒1984年
- (3)1990年代 生コンのセメントのASR対策
- (4)2000年代 生コンの単位水量検査 ⇒2004年

セメントの選定を対策にしたのは1886年

不適当な 正解(3)

【問題 31】

夏期に打ち込まれた長さ 20 m のボックスカルバートの壁の鉛直方向に、写真のような幅 0.5 mm のひび割れが、約 2.5 m の間隔で発生していた。今後、同様の壁を構築する場合、ひび割れ幅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。
ただし、実施する対策以外の施工条件および環境条件は変化しないものとする。



- (1) 底板打込み後、壁を打継ぐまでの期間を、当初の 14 日間から 7 日間にする。
- (2) 型枠を保温型枠に変更する。
- (3) 配力筋(水平筋)を増量する。主筋(鉛直筋)の量は変更しない。
- (4) コンクリートの打込み温度を、当初の 30 °C から 25 °C にする。

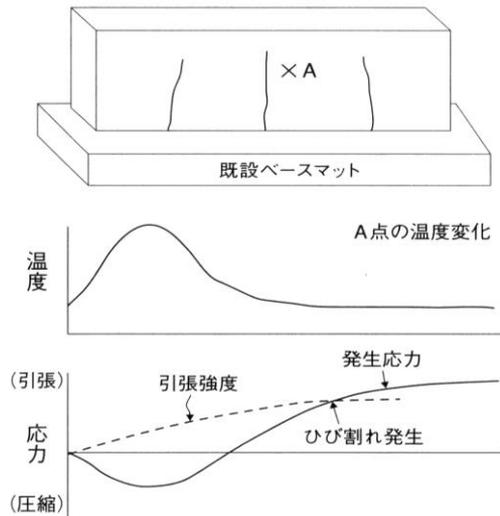
問題(31)

◆ 夏季に打ち込まれた20mの壁のひび割れ

- (1) 底版から壁を打ち込む時間を短縮 ○
- (2) 型枠を保温型枠にする ?
- (3) 配力筋を増量する。 ○
- (4) 打込み温度を30°Cから25°Cにする。 ○

正解(2)になっているが、正解は無し。

温度ひび割れの発生メカニズム

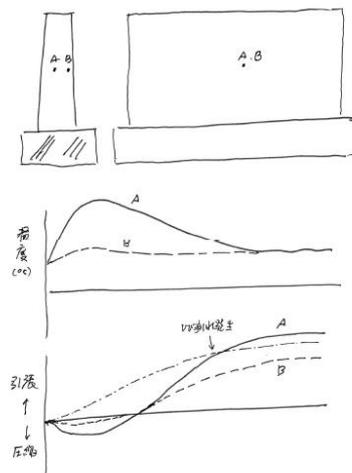


- 水和熱で温度上昇
- 次第に放熱して収縮
- 既設物が収縮を拘束
拘束されると引張応力発生
- 引張強度は極端に小さい
⇒ ひび割れ発生

壁状構造物に生じる温度ひび割れ

外部拘束と内部拘束が同時に作用すると、部材の内部の引張応力が増大する

保温養生は、最高温度を上昇しかし、温度差を小さくすると内外の温度差が小さくなり、むしろ、最大引張応力は小さくなる。



【問題 32】

鉄筋コンクリート構造物に写真1～写真4に示す変状が生じていた。それぞれの変状の対策に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も不適当なものはどれか。



写真1 橋台のひび割れ



写真2 擁壁の析出物を伴う幅0.3mmのひび割れ

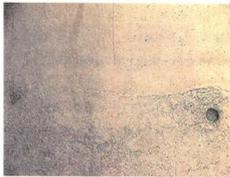
写真3 橋脚のコールドジョイント
(縁切れはない)

写真4 桁のひび割れ

- (1) 写真1の変状に対して、電気化学的脱塩工法を実施した。
- (2) 写真2の変状に対して、ひび割れ部を削孔し、エポキシ樹脂を注入した。
- (3) 写真3の変状に対して、ポリマーセメントペーストを塗布した。
- (4) 写真4の変状に対して、断面修復を行い、表面被覆材を塗布した。

問題(32)

◆ 鉄筋コンクリート構造物の変状

(1) 写真1(ASR)に電気化学的脱塩工法

⇒ アルカリイオンが集まり、×

(2) 写真2(漏水)にエポキシ樹脂を注入

(3) 写真3(コールドジョイント)にポリマーセメントペースト

(4) 写真4(鉄筋腐食)に断面修復と表面被覆材

最も不適当なもの 正解(1)

【問題 33】

表面被覆によるコンクリートの劣化対策を検討する場合、接触する液体と劣化対策に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、最も不適当なものはどれか。

	接触する液体	劣化対策
(1)	pH 2 ～ 3 の酸性溶液	ビニルエステル樹脂被覆
(2)	海 水	不飽和ポリエステル樹脂被覆
(3)	大豆油	ポリマーセメントモルタル被覆
(4)	鉱物油	対策の必要なし

問題(33)

◆接触する液体と表面被覆による劣化対策

- (1) pH2～3に酸性溶液 に ビニルエステル樹脂
 (2) 海水 に 不飽和ポリエステル樹脂
 (3) 大豆油 に ポリマーセメントモルタル
 (4) 鉱物油 に 対策なし

大豆油は脂肪酸を含む動植物油で、酸として作用するため、セメント系は不適当

正解(3)

コンクリートを劣化させる物質

	侵食の程度		
	非常に激しく侵食	かなり激しく侵食	普通の侵食
侵食する化合物の種類	硝酸、塩酸、硫酸 亜硫酸、フッ化水素酸 水酸化カリ 水酸化アンモニウム 水酸化ナトリウム 硫酸アンモニウム 硫酸コバルト、硫酸銅 硫酸カルシウム 硫酸カリ 硫酸マグネシウム 硫酸マンガン 鯨油 羊の足の油 リンゴ油 灰汁 など	酢酸、フミン酸、炭酸 石炭酸、リン酸、乳酸 タンニン酸、酪酸 ギ酸、酒石酸、オレイン酸 ステアリン酸 パルミチン酸 塩化マグネシウム 塩化カルシウム 硝酸カリウム 硫化ナトリウム 亜硫酸ナトリウム クレゾール 大豆油 牛脂 ブドウ糖 など	天然の酸性水 オリーブ油 魚油 重硫酸液 干草 クレオソート 酢酸カルシウム液 重炭酸アンモニウム 塩化アルミニウム 酢酸アルミニウム ホウ酸ソーダ など

【問題 34】

道路橋鉄筋コンクリート床版の上面増厚工法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 交通規制の時間的制約に対応するため、超速硬セメントを用いた。
- (2) 新旧コンクリートの打継ぎ部の一体性を確保するため、床版上面の表面処理にハンドブレイカを用いた。
- (3) 荷重作用によるひび割れ幅を抑制するため、鋼繊維補強コンクリートを用いた。
- (4) 乾燥収縮によるひび割れの発生を抑制するため、スランブ5 cmのコンクリートを用いた。

問題(34)

◆ 道路橋床版の上面増し厚工法

(1) 交通規制に対して超速硬セメント

(2) 打ち継ぎ処理にハンドブレーカー

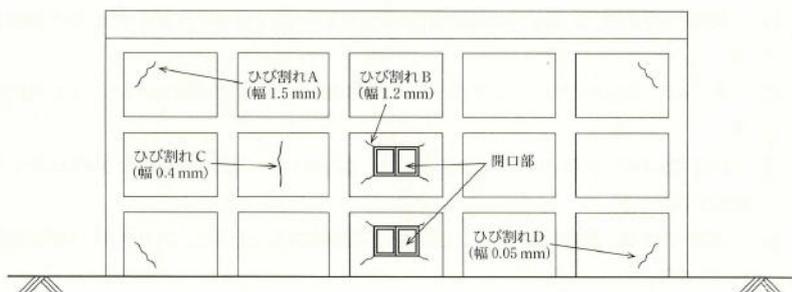
(3) ひび割れ幅の抑制に鋼繊維補強

(4) 乾燥収縮ひび割れにスランプ5cm

⇒ ハンドブレーカーはひび割れを残す
不相当は、(2)

【問題 35】

建設後10年経過した鉄筋コンクリート造建物の外壁において図に示すひび割れが生じていた。これらのひび割れに対する補修に関する次の記述のうち、不相当なものはどれか。



- (1) ひび割れAに対して、ポリマーセメントモルタルによるUカット充填工法を用いた。
- (2) ひび割れBに対して、ポリウレタン系シーリング材によるUカット充填工法を用いた。
- (3) ひび割れCに対して、エポキシ樹脂系注入材による低圧注入工法を用いた。
- (4) ひび割れDに対して、ポリマーセメントペーストによるひび割れ被覆工法を用いた。

問題(35)

◆ 建設後10年経過のRC建築物のひび割れ対策

(1)ひび割れA 1.5mm

⇒ Uカット充填 ポリマーセメントモルタル

(2)ひび割れB 1.2mm

⇒ Uカット充填 ポリウレタン系シーリング材

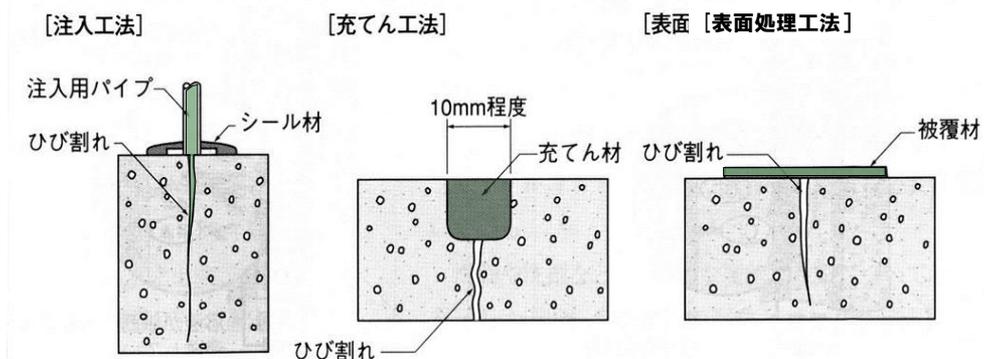
(3)ひび割れC 0.4mm エポキシ樹脂低圧注入

(4)ひび割れD 0.05mm

⇒ 表面被覆 ポリマーセメントペースト

不適当は (1) 伸縮の可能性大

初期ひび割れの補修工法



【問題 36】

含浸材中の主成分とその含浸材を用いた塗布工法に期待される効果に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、不適当なものはどれか。

	含浸材中の主成分	期待される効果
(1)	亜硝酸リチウム	鉄筋表面の不動態化
(2)	けい酸ナトリウム	コンクリート表層の緻密化
(3)	アルキルアルコキシシラン	二酸化炭素の侵入防止
(4)	けい酸リチウム	中性化したコンクリートのアルカリ性の回復

問題(36)

◆ 含浸材の主成分と期待される効果

(1) 亜硝酸リチウム ⇒ 鉄筋表面の不動態化

(2) けい酸ナトリウム ⇒ コンクリート表面の緻密化

(3) アルキルアルコキシシラン

⇒ 二酸化炭素の侵入抑制

撥水性はあるが、気体の抑制にはならない ⇒ ×

(4) けい酸リチウム ⇒ アルカリ性の回復

正解は(3)

【問題 37】

鉄筋コンクリート構造物に適用する電気化学的補修工法に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 電気防食工法では、通電中の鉄筋電位が通電前と比べて100 mV以上貴(プラス)に分極する。
- (2) 再アルカリ化工法では、コンクリート内部の炭酸カルシウムが水酸化カルシウムに変化する。
- (3) 脱塩工法では、外部に設置した仮設電極に、塩化物イオンとともにアルカリ金属イオンが集積する。
- (4) 電着工法では、電着物質により、ひび割れが閉塞されるとともに、コンクリート表面が緻密化される。

問題(37)

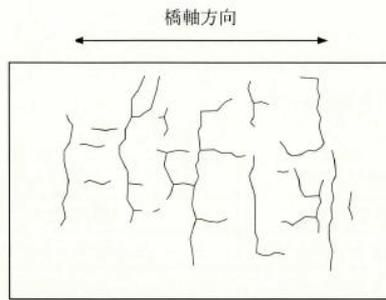
◆ 電気化学的補修工法

- (1) 電気防食工法は、貴ではなく、卑に分極する。
- (2) 再アルカリ化工法は、化学的に変化させない。
- (3) 脱塩工法は、アルカリイオンは外部に集積しない。
- (4) 電着工法は、表面を緻密化し、正しい記述である。

適当なものは(4)

【問題 38】

道路橋鉄筋コンクリート床版の下面に、下図のようなひび割れが生じていたため、炭素繊維シートを格子状に貼り付けて補強した。この補強工法に期待される効果として、次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。



床版下面のひび割れ状況

- (1) 疲労耐久性の向上
- (2) せん断耐力の向上
- (3) 曲げ耐力の向上
- (4) ひび割れの開閉抑制

問題(38)

◆ 道路橋床版のひび割れ補強工法

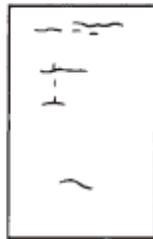
炭素繊維シートの補強効果

- (1) 疲労耐力の向上
- (2) せん断耐力の向上 ⇒ ×
- (3) 曲げ耐力の向上
- (4) ひび割れの開閉抑制

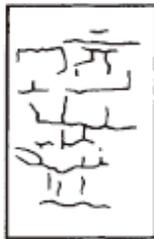
不適当なもの 正解は(2)

床版の疲労破壊の進展

●鉄筋コンクリート床版の疲労による劣化進行状態



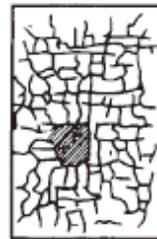
状態Ⅰ「潜伏期」
1方向ひび割れ



状態Ⅱ「進展期」
2方向ひび割れ



状態Ⅲ「加速期」
ひび割れ網細化と
角落ち

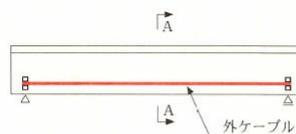
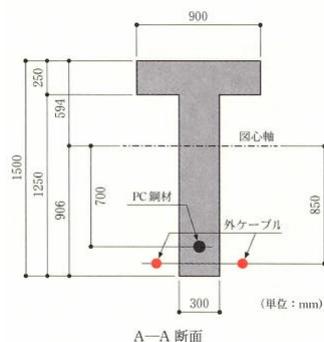


状態Ⅳ「劣化期」
床版の陥没

【問題 39】

プレストレストコンクリート桁において、PC鋼材が腐食により破断し、断面下縁のプレストレスの一部が消失した。このため、下図に示すように外ケーブルにより支間中央断面(A-A断面)の下縁に 5.0 N/mm^2 のプレストレスを再導入する場合、外ケーブルの総張力として、次の(1)～(4)のうち、最も近いのはどれか。

ただし、断面諸元は以下に示すとおりである。また、外ケーブルの施工に伴うプレストレス量の損失は無視するものとする。



断面諸元

$$\text{桁の断面積} : A = 6.0 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

$$\text{桁上縁の断面係数} : Z_U = 2.17 \times 10^8 \text{ mm}^3$$

$$\text{桁下縁の断面係数} : Z_L = 1.42 \times 10^8 \text{ mm}^3$$

(1) 650 kN

(2) 760 kN

(3) 900 kN

(4) 3000 kN

問題(39)

◆ プレストレストコンクリート桁の補強 外ケーブルの緊張力

$$\sigma_L = P/A + P \cdot e / Z_L$$

$$\sigma_L = 5.0 \text{ N/mm}^2 \quad A = 6.0 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

$$Z_L = 1.42 \times 10^8 \text{ mm}^3 \quad e = 850 \text{ mm}$$

$$P / 6 \times 10^5 + P \times 850 / 1.42 \times 10^8 = 5.0$$

$$P = 6.5 \times 10^5 \text{ N} \quad \text{正解は(1)}$$

【問題 40】

海岸近くにある鉄筋コンクリート構造物について、現時点で、必要な箇所に対して25百万円の費用で、断面修復工法による補修を行った。今後60年間の維持管理のシナリオとして、20年ごとに60年後まで、同じ補修を繰り返した場合に、維持管理費用の現在価値として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

なお、維持管理費用の現在価値への算出にあたっては、割引率を2%、物価変動を0%とし、維持管理費用には現時点での補修費用も含むものとする。現在価値への換算では下表の値を用いてもよい。

現在価値への換算に用いる値

経過年(n)	(1 + 0.02) ⁿ の値
5	1.104
10	1.219
15	1.346
20	1.486
25	1.641
30	1.811
35	2.000
40	2.208
45	2.438
50	2.692
55	2.972
60	3.281

(1) 199.4百万円

(2) 100.0百万円

(3) 60.8百万円

(4) 35.8百万円

問題(40)

◆ 維持管理計画における現在価値

社会的割引率 2% 物価変動率 0%

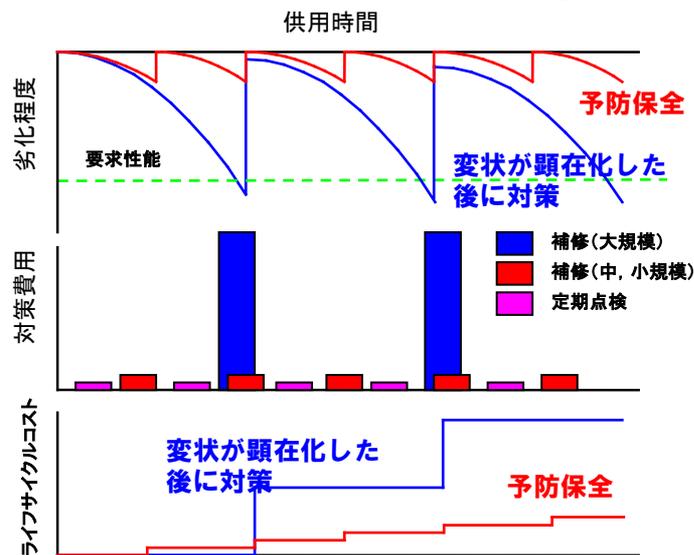
n年後の要する費用の現在価値は

$$25 + 25/(1+0.02)^{20} + 25/(1+0.02)^{40} + 25/(1+0.02)^{60}$$

$$= 25(1 + 1/1.486 + 1/2.208 + 1/3.281) = 60.8 \text{ (百万円)}$$

正解は(3)

維持管理方法の違いによる ライフサイクルコストの比較



■LCC（ライフサイクルコスト）

(A)新設構造物の場合(=PFI事業)

1) 割引率:0%

ライフサイクルコスト

$$LCC = I + \sum_{i=1}^n Mi + \sum_{i=1}^m Ri$$

初期建設費

補修費

更新費



2) 割引率: r (現在価値に換算したライフサイクルコスト)

$$LCC = I + \sum_{i=1}^n Mi / (1+r)^t + \sum_{i=1}^m Ri / (1+r)^t$$

107

■現在価値

財政負担の見込額算定(地方公共団体が直接実施する場合とPFIを導入する場合)には、現在価値にて比較することが求められる。

■割引率

将来発生する費用を現在価値に換算するに当たって用いる換算率



- 現在の100万円 →10年後は148万円(利率4%)
- 10年後の100万円→現在の67.6万円(割引率4%)