

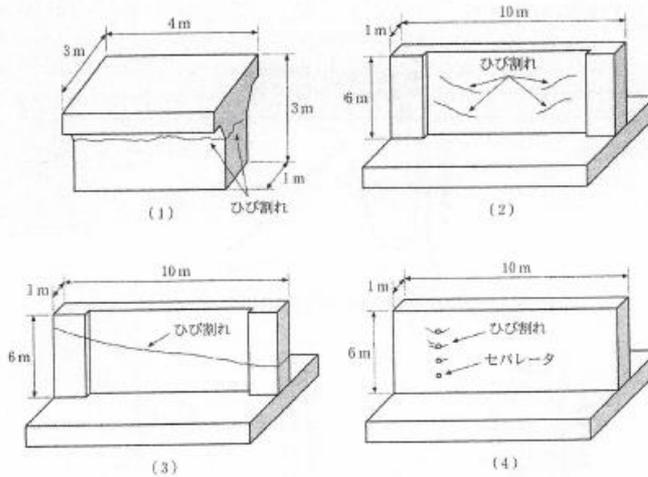
2018年度 コンクリート診断士試験解説

十河 茂幸

江良 和徳

【問題 1】

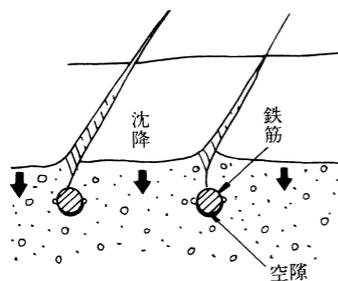
コンクリートが打ち込まれてから凝結するまでの間に発生する、コンクリートの沈降が主な原因と考えられるひび割れの発生状況の概念図として、次の(1)～(4)のうち不適当なものはどれか。



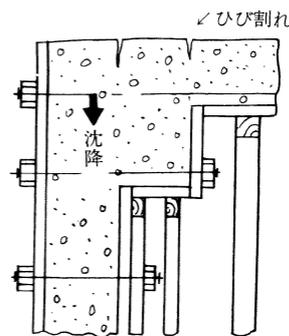
問題(1)

- ◆ ブリーディングが多いコンクリートの沈降
 - (1) 梁下で一旦止めないと沈降ひび割れ
 - (2) 早い打込みを行うと水平にひび割れ
 - (3) 斜めひび割れ
 - ⇒ 打ち重ね時間間隔が長い ×
 - (4) セパレータの下にひび割れ
- 沈降が原因でない ⇒ 正解(3)

沈みひび割れの防止策



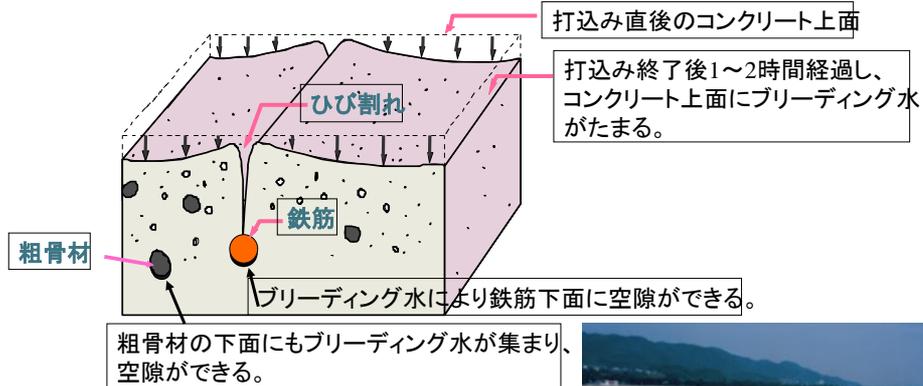
(a) 鉄筋に沿って生ずる場合



(b) 断面の変わる場所に生ずる場合

対策： タンピング はり下で一旦打ち止める

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】

コンクリートにより生じる側圧が大きくなると型枠が変形し、コンクリートに不陸(ハラミ)が生じる場合がある。この側圧が大きくなる要因として、次の(1)~(4)のうち最も不適当なものはどれか。

- (1) 打込み時のコンクリート温度が高い。
- (2) 打込み時のスランプフローが大きい。
- (3) 打込み速度が速い。
- (4) 打重ね時間間隔が短い。

問題(2)

◆ 側圧が大きいと型枠がはらむ

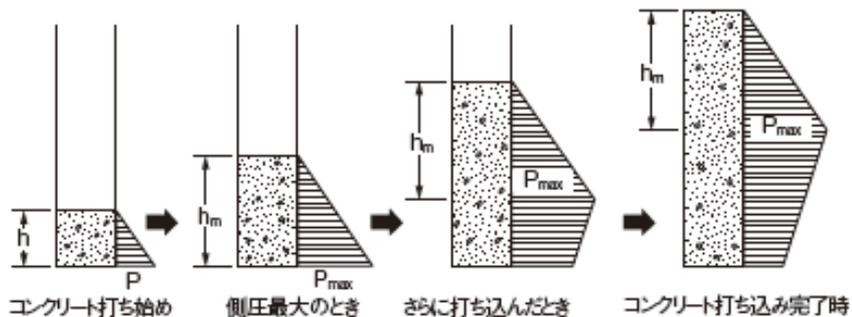
- (1) コンクリート温度が高い ⇒ 側圧は小
- (2) スランプフローが大 ⇒ 側圧は大
- (3) 打込み速度が速い ⇒ 側圧は大
- (4) 打ち重ね時間間隔が短い

⇒ 早い打込みなので側圧は大

正解(1)

型枠に作用する圧力

● 型枠に作用する側圧の変化

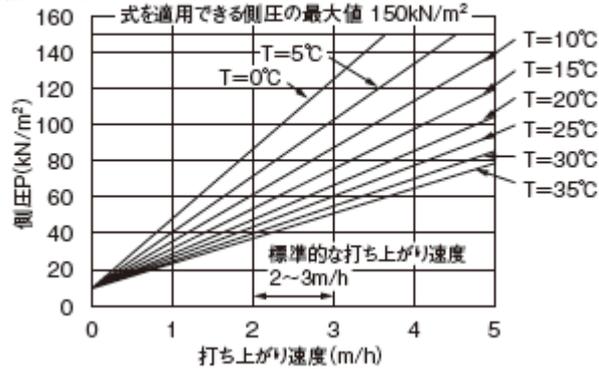


温度(凝結時間)に左右される。
打ち上がり速度が遅いと小さくなる。

側圧の計画(柱の例)

●スランパが10cm程度以下のコンクリートの側圧 [コンクリート標準示方書]

[柱の場合]



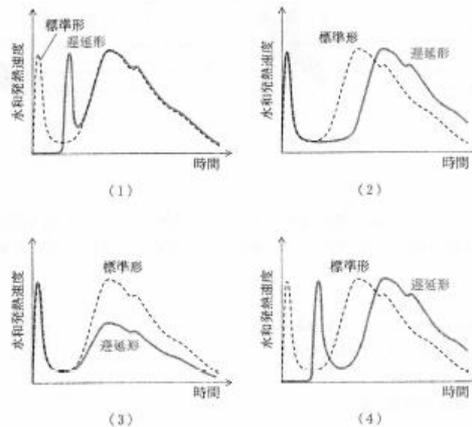
温度が高いほど、凝結が進んで側圧は小さくなる。
打ち込み速度が速いと、側圧は高くなる。

【問題 3】

暑中環境ではコンクリートの凝結が早くなり、コールドジョイントが生じやすい。普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの水和発熱速度と時間の関係には、下図に示すように C_3A と C_3S の水和反応が主要因となる2つのピークがある。コールドジョイントを抑制するために遅延形の遅延剤を用いた場合の水和発熱速度の時間変化の概念図として、次の(1)~(4)のうち適当なものはどれか。



図 水和発熱速度の時間変化(標準形の遅延剤を用いた場合)



問題(3)

◆ 凝結時間に影響する混和剤の効果

C_3A (アルミネート) と C_3S (A-ライト)

C_3A は水和の第1ピーク

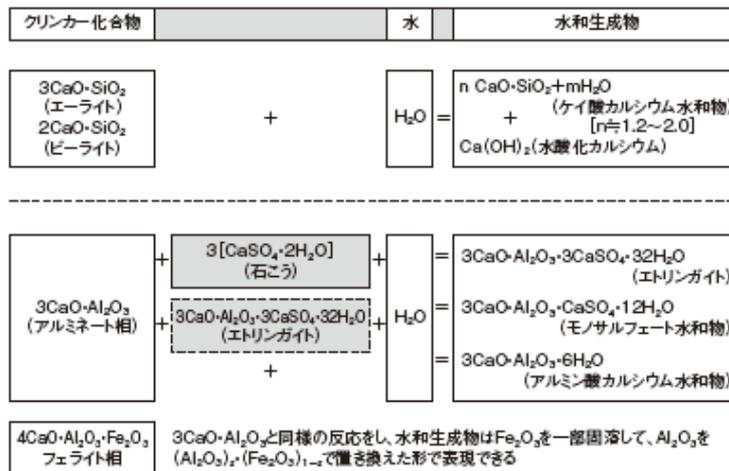
C_3S は水和の第2ピーク

遅延剤の効果は第2ピークに効果的

正解(2)

セメントの水和反応

●セメントの反応



(参考文献:セメント協会「セメントの常識」)

【問題 4】

引張鉄筋比が釣り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)と中央部のたわみ(δ)の関係を表した概念図である。図2のA～Cで生じている現象に関する。次の(1)～(4)の記述の組合せのうち、適当なものはどれか。

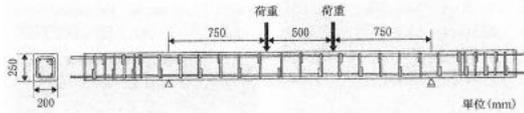
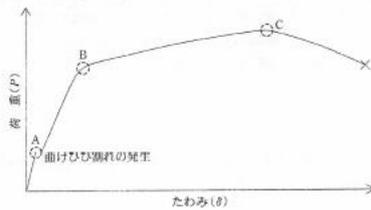


図1 鉄筋コンクリート梁の載荷状況

図2 荷重(P)と中央部のたわみ(δ)の関係(概念図)

	A	B	C
(1)	中央部断面での中立軸位置は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
(2)	中央部断面での中立軸位置は圧縮縁側に移動する	鉄筋の降伏	コンクリートの圧縮破壊
(3)	中央部断面での中立軸位置は移動しない	鉄筋の降伏	コンクリートのせん断破壊
(4)	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

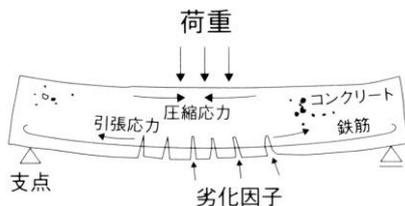
問題(4)

◆ 梁に作用する荷重 P とたわみの関係

2013年度問題の再掲

A点で曲げひび割れが生じると中立軸は移動

B点で鉄筋が降伏 C点は圧縮破壊



正解(2)

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 5】

化学平衡論の観点からみたコンクリートの中性化(炭酸化)進行のメカニズムに関する。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。

コンクリートに浸入した二酸化炭素は、細孔溶液中で炭酸イオン(CO_3^{2-})となり、カルシウムイオン(Ca^{2+})と反応し、溶解度が小さい炭酸カルシウムとして沈積する。この反応により細孔溶液中のカルシウムイオンが(A)ので、濃度の平衡により固相に存在する水酸化カルシウムが細孔溶液中に溶解する。

ナトリウムイオン(Na^+)やカリウムイオン(K^+)などが多い場合は、細孔溶液が高アルカリ性を維持するため、水酸化カルシウムの溶解が(B)、中性化の進行が(C)なる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	増加する	より進み	より速く
(2)	増加する	鈍化し	より遅く
(3)	消費される	より進み	より速く
(4)	消費される	鈍化し	より遅く

問題(5)

◆ 中性化のメカニズム

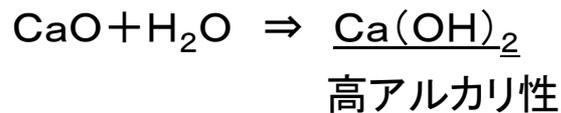
(A) 炭酸イオンがカルシウムと反応し、カルシウムイオンは消費される。

(B) セメントのアルカリ量が多いほど、中性化は進み、水酸化カルシウムの溶解が進んで、(C) 中性化の進行がより速くなる。

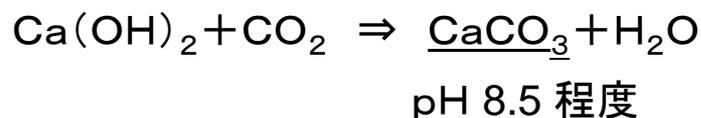
正解(3)

中性化現象

セメントの水和反応



中性化反応(炭酸化反応)



【問題 6】

アルカリシリカ反応性を有する骨材に関する。次の記述中の(A)および(B)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

わが国における火成岩のうち、反応性を示す可能性が高いものは火山岩であり、深成岩や半深成岩では反応性はほとんど認められていない。これは、火山岩ではマグマの冷却速度が深成岩より速く、(A)などの不安定な結晶や非晶質物質が生成されやすいためである。アルカリシリカ反応性を有する代表的な火山岩には、(B)がある。

	(A)	(B)
(1)	カルサイト	安山岩
(2)	トリディマイト	安山岩
(3)	ローモンタイト	チャート
(4)	オパール	チャート

問題(6)

◆ アルカリシリカ反応を生じる骨材

アルカリシリカ反応を生じる火山岩

⇒ 安山岩

カルサイトは、炭酸カルシウム

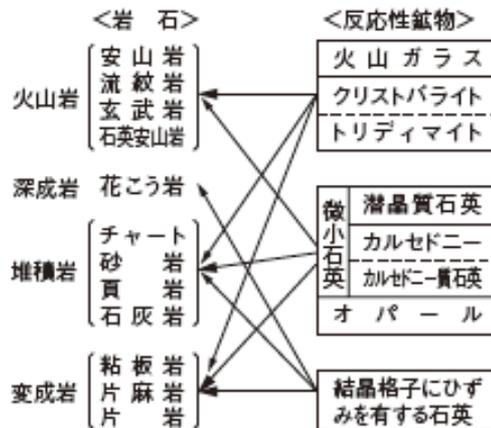
トリディマイトはASRを生じさせる

正解(2)

(参考)オパールはASRを生じるが、チャートは堆積岩

反応性鉱物について

●反応性鉱物とそれを含む岩石



【問題 7】

写真1および写真2は、供用開始後50年が経過した東北地方内陸部の河川内にある鋼橋の張出し床版および橋脚の変状である。両者に共通な変状の発生原因として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

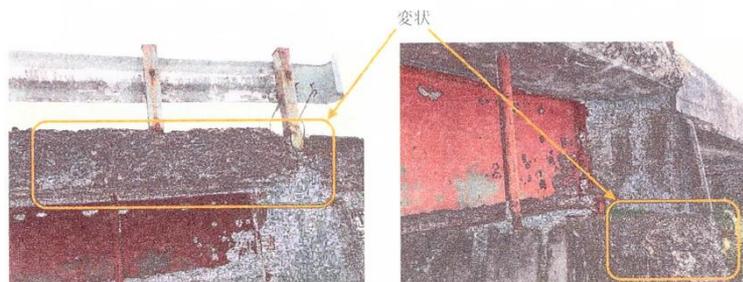


写真1 張出し床版の変状

写真2 橋脚の変状

- (1) 酸性用による化学的侵食
- (2) 河川の増水時に生じた摩耗
- (3) 凍結融解作用によるスケーリング
- (4) エトリンガイトの遅延生成による膨張

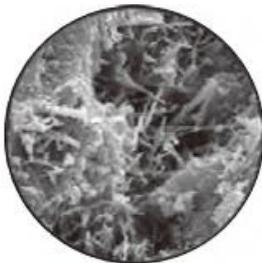
問題(7)

◆ 東北地方内陸部の床版と橋脚の変状

変状の原因として適当なもの。

- (1) 酸性雨による化学的侵食 **国内では希**
 - (2) 河川の増水による摩耗 **増水頻度は少**
 - (3) 凍結融解によるスケーリング
 - (4) エトリングタイトの遅延生成 **形態が異なる**
- 最も適当なもの 正解(3)

エトリングタイトノ遅延生成(DEF)



エトリングタイトの結晶の形状

● エトリングタイトの遅延生成(DEF)とアルカリシリカ反応(ASR)の発生条件の違い

条件	DEF	ASR
反応性骨材	—	◎
アルカリ量	○	◎
硫酸塩	◎	—
蒸気養生	◎	—
反応温度	20℃程度	高いほど進行
水分の供給	◎	◎
膨張量の目安	1%	0.1%

◎:主要因 ○:どちらかといえば関係する
—:あまり関係しない

DEFと考えられるひび割れ



【問題 8】

コンクリートの化学的侵食に関する、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。

コンクリート用骨材として(A)を用いた場合、そのコンクリートが(B)環境下に長期間曝されると、タウマサイト(Thaumasite)の生成に伴う硫酸塩劣化が発生することがある。タウマサイトは、コンクリート中の(C)が、硫酸イオンおよび骨材の主成分である炭酸カルシウムと反応することで生成され、これにより膨張が生じてコンクリートが劣化する。

	(A)	(B)	(C)
(1)	石灰石	5℃程度の低温	C-S-H
(2)	硬質砂岩	5℃程度の低温	Ca(OH) ₂
(3)	石灰石	35℃程度の高温	Ca(OH) ₂
(4)	硬質砂岩	35℃程度の高温	C-S-H

問題(8)

◆ 化学的侵食の問題

石灰石骨材の使用で、低温環境においてタウマサイトを生じることがある。

正解(1)

タウマサイトによる硫酸塩劣化は、エトリンガイトを生成させ、膨張破壊を生じる。タウマサイトはC-S-Hの分解に伴い、組織を脆弱化させる。

タウマサイト(ソーマサイト)について

■ 硫酸塩鉱物・六方晶系



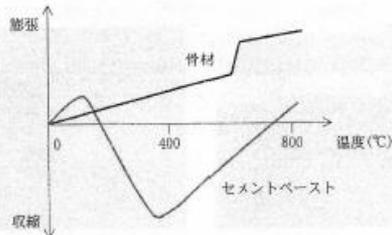
■ ソーマサイト(ソーマス石)について...

エトリンガイトに良く似た鉱物で、同様に非常に軽い性質を持つが、コンクリートにとっては大敵とされる。

低温環境でコンクリートが硫酸塩と反応すると、コンクリートペーストの大半が結晶化し、ソーマサイトになってしまう現象がある、TSA(Thaumasite from of Sulfate Attack)と言われ危険視されている。

【問題 9】

下図は火災等の高熱を受けたときのセメントペーストと骨材の体積変化に関する概念図である。この図に関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。



	(A)	(B)	(C)
(1)	水和物中の結晶水が脱水	圧縮強度	溶融
(2)	水和物中の結晶水が脱水	弾性係数	結晶形態の変化
(3)	エトリンガイトが生成	圧縮強度	結晶形態の変化
(4)	エトリンガイトが生成	弾性係数	溶融

コンクリートが加熱されると骨材は膨張する。一方、セメントペーストは100℃までは膨張するが、(A)するため収縮に転ずる。さらに400℃以上になるとセメント水和物に変質し、コンクリート中の骨材とセメントペーストの付着界面では微細ひび割れが誘発され、破壊が進展する。このため、コンクリートの(B)が大きく低下する。石英質を含む骨材では約800℃付近で骨材の(C)により急激な膨張を呈する。

問題(9)

◆ 火災時の体積変化の問題

加熱されると骨材は膨張する。

セメントペーストは100℃まで膨張し、脱水後は収縮する。400℃くらいから水和物に変質する。

このため強度も弾性係数(より大)も低下する。

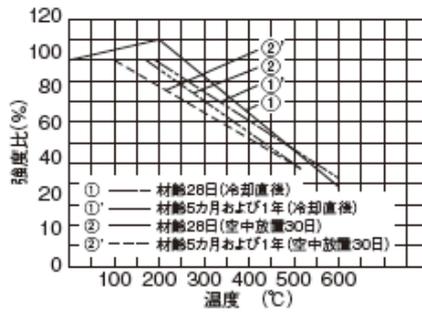
600℃位で骨材の変質が生じる場合があるが、骨材の溶融は、1000℃を超えてのことである。

⇒ 正解(2)

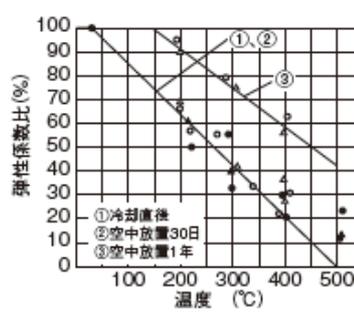
火害による強度・弾性係数の変化

●加熱温度と残存強度、残存弾性係数

[残存圧縮強度]



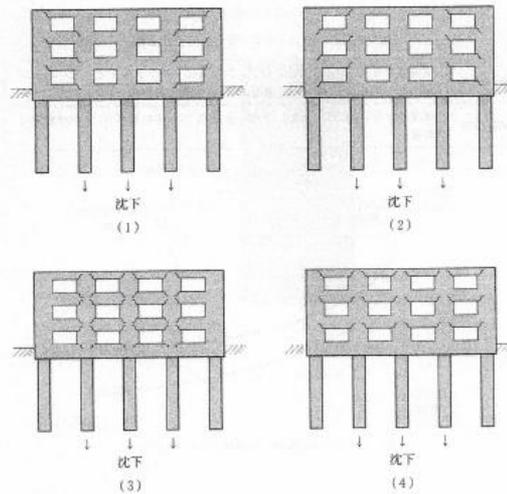
[残存弾性係数]



(参考文献:日本コンクリート工学会「コンクリート便覧」)

【問題 10】

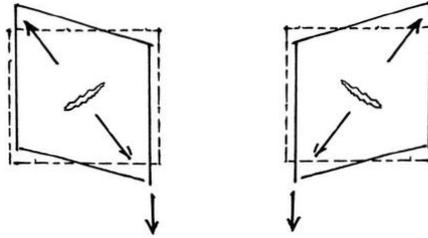
杭の不同沈下(図中の矢印↓部分が沈下)によって、鉄筋コンクリート造建物に生じるひび割れの概念図として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。



問題(10)

◆ 杭の不同沈下の問題

中央部の杭が沈下すると、斜めにひび割れが生じる。



正解(2)

【問題 11】

高強度コンクリートを用いた構造物の施工でひび割れが懸念されたため、同じ配(調)合のコンクリートを用いて下表の条件で長さ変化を測定したところ、下図のとおりとなった。このとき、材齢 28 日における自己収縮ひずみとして、次の(1)～(4)のうち、正しいものはどれか。

表 供試体(100 × 100 × 400 mm)の養生条件

供試体 X	練混ぜから 24 時間で脱型した後、ただちにアルミテープとビニール袋で封かんし、温度 20℃、相対湿度 60% の試験室に静置
供試体 Y	練混ぜから 24 時間で脱型した後、温度 20℃、相対湿度 60% の試験室に静置

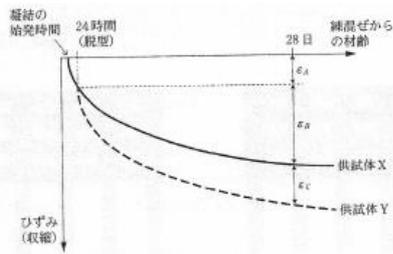


図 ひずみの測定結果(温度補正後)の模式図

- (1) $\varepsilon_A + \varepsilon_B$
- (2) ε_B
- (3) $\varepsilon_B + \varepsilon_C$
- (4) $\varepsilon_A + \varepsilon_B + \varepsilon_C$

問題(11)

◆ 高強度コンクリートの自己収縮の問題

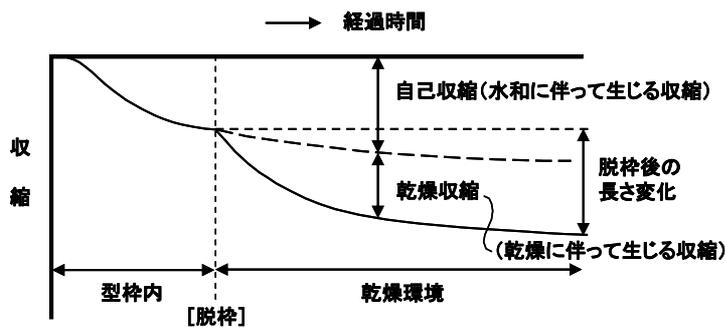
材齢28日における自己収縮

自己収縮は、凝結後からの乾燥させない供試体の収縮率である。

乾燥収縮率には、自己収縮が含まれている。

$$\epsilon_A + \epsilon_B \quad \text{正解(1)}$$

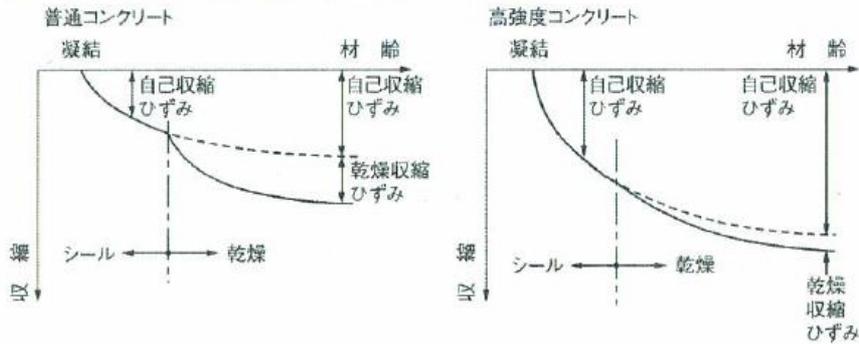
乾燥収縮と自己収縮の関係



材齢7日程度では水和が完了していないため、脱枠あるいは水中養生終了後の長さ変化試験では、乾燥収縮と自己収縮の両方が測定値となる。

高強度コンクリートの自己収縮は大

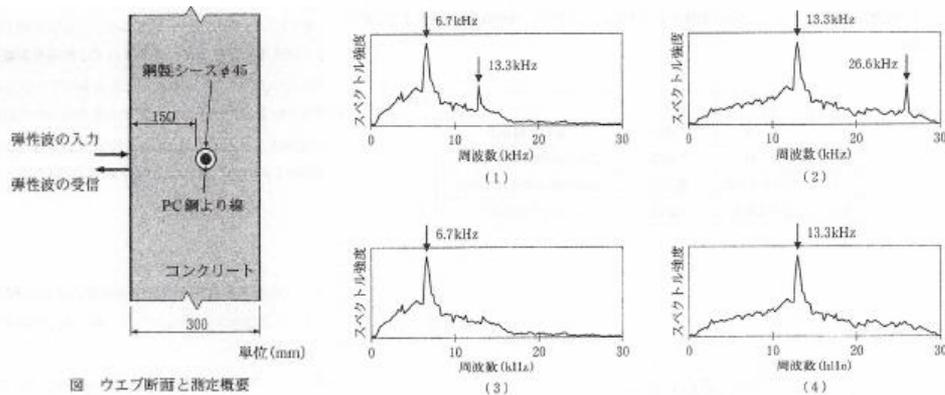
●コンクリートの長さ変化の測定に自己収縮が含まれる概念



【問題 12】

図に示すように、ポストテンション方式PC箱桁のウェブ表面から衝撃弾性波法によってグラウト充填状況を調査した。シース内にグラウトが充填されていない場合に得られる周波数スペクトルとして、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

ただし、コンクリート中の弾性波の伝搬速度は4000 m/sとする。



問題(12)

◆ 衝撃弾性波法によるPCグラウトの充填調査

充填されていないシースの周波数スペクトル
(固有振動数は弾性波の伝搬速度を波長で除した値)

半波長でピークができるので、300mmと150mm
の場合は、

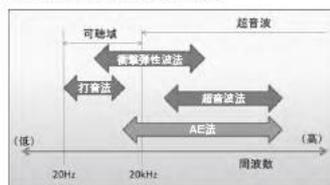
$$4000 / 600 = 6.7 \text{ kHz}$$

$$4000 / 300 = 13.3 \text{ kHz}$$

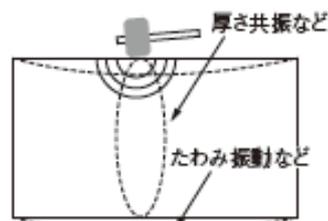
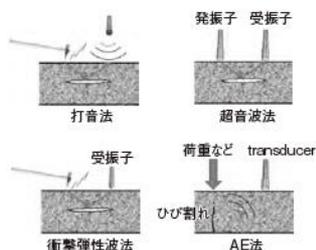
正解(1)

各種弾性波による測定概念

●各弾性波法と利用する周波数帯



●各弾性波法の概念図



各部に伝播した弾性波による
音響放射

【問題 13】

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。JIS A 1152 : 2011(コンクリートの中性化深さの測定方法)の規定に照らして、次の(1)~(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

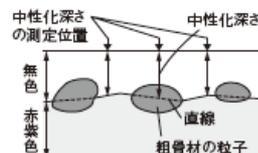
- (1) 測定面にのろが付着していたため、水洗いによってこれを除去し、濡れた測定面を自然乾燥させた。
- (2) 測定面が乾燥していたため、フェノールフタレイン溶液を調整する際に加えるエタノールの量を多くした。
- (3) 測定箇所に粗骨材の粒子があったため、粒子の両端の中性化位置を結んだ直線上で測定した。
- (4) コンクリート表面から赤紫色に呈色した部分までの距離を0.5 mmの単位で測定した。

問題(13)

◆ コア供試体の中性化深さの測定(JIS A 1152)

- (1) 水洗いして乾燥させて測定
- (2) エタノールの量を多くした。 ⇒ ×
- (3) 骨材粒子の両端を結んだ距離で想定
- (4) 中性化深さを0.5mm単位で測定

正解(2)



【問題 14】

火災を受けたコンクリートの受熱温度を推定するための方法に関する、次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

UVスペクトル法は、コンクリートに使用されている(A)に着目して、分析試料の(B)と加熱温度との関係で表される検量線から、受熱温度を推定する方法である。検量線が作成できない場合は(C)により有機物を定量することにより、受熱温度を推定することもできる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	骨材	吸光度	蛍光X線分析
(2)	骨材	光沢度	化学的酸素要求量(COD)
(3)	化学混和剤	吸光度	化学的酸素要求量(COD)
(4)	化学混和剤	光沢度	蛍光X線分析

問題(14)

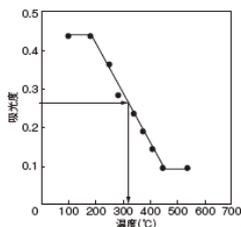
◆ 火災時の受熱温度を推定する方法

UVスペクトル法とは、

化学混和剤に着目して受熱温度を推定

吸光度と受熱温度の関係を求めた推定

●吸光度と受熱温度の検量線例
(試料の吸光度から受熱温度を推定)

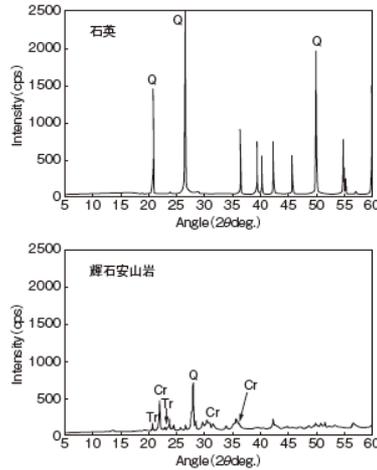


その他の方法: X線回折、示差熱重量分析

化学的酸素要求量(COD)

正解(3)

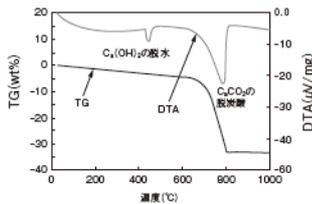
X線回折について



X線回折結果の一例：ともにSiO₂を主成分とする石英(上回)と輝石安山岩(下回)の回折結果(XRDチャート)。石英では石英(Q)のみが確認されるのに対し、輝石安山岩では石英とともに、アルカシリカ反応性鉱物であるクリストバライト(Cr)やトリディマイト(Tr)が確認される。

示差熱重量分析

●セメントの熱分析結果の例

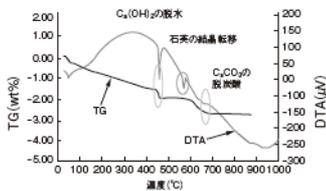


風化した普通ポルトランドセメントの示差熱重量分析結果の例：400℃付近から水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)の脱水による吸熱とわずかな重量減少が認められ、600℃を超えたあたりから炭酸カルシウムの脱炭酸とそれに伴う吸熱と重量減少が認められる。吸熱と重量減少の大きさから風化の程度を類推することができる。



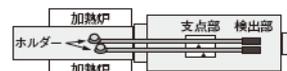
示差熱重量分析装置の例

●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



化学的酸素要求量(COD)について

COD(Chemical Oxygen Demand)とは、水中の比酸化性物質を酸化するために必要とする酸素量で示したものである。代表的な水質の指標の一つであり、酸素消費量とも呼ばれる。

【問題 15】

コンクリート構造物からコアを採取し、圧縮強度試験を行った。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)の規定に照らして、次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) 粗骨材の最大寸法が20 mmであったので、コア供試体の直径を65 mmとした。
- (2) コア供試体高さの中央付近で互いに直交する2方向について直径を測定し、その平均値を供試体の平均直径とした。
- (3) コア供試体の端面とコアの軸とのなす角度が90.7°であったので、そのまま圧縮強度試験に供した。
- (4) コア供試体の高さとの比が1.85であったので、圧縮強度の補正は行わなかった。

問題(15)

◆ コアの強度試験JIS A 1107

(1)粗骨材の最大寸法20mmで、コア径65mm

骨材の最大寸法の3倍以上 ○

(2)中央付近の直径を測定

⇒ 高さの1/4と中央付近の平均 ×

(3)コア端面とコア軸の角度90.7° ×

(4)直径と高さの比1.85で補正無し ×

適当なものは、正解(1)

直径と高さの比は1:2で評価

●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カ月	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

●補正係数 [JIS A 1107]

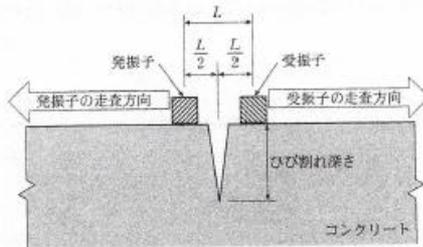
高さとの比 $\frac{h}{d}$	補正係数	備考
2.00	1.00	$\frac{h}{d}$ がこの表に表す値の間にある場合、補正係数は補間して求める
1.75	0.98	
1.50	0.96	
1.25	0.93	
1.00	0.87	

【問題 16】

コンクリートに生じたひび割れの深さを超音波法により推定する方法に関する。次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句または式の組合せのうち、適当なものはどれか。

コンクリート中を伝搬する弾性波がひび割れ先端部分において(A)する現象を利用することで、ひび割れ深さを推定することができる。ひび割れ深さの推定方法には、弾性波の伝搬時間を利用する方法と受信波の(B)に着目する方法の2種類がある。

後者の方法では、下図に示すように、発振子および受振子を等間隔でひび割れから遠ざけるように走査しながら測定する。(B)が初めて反転する直前の発振子と受振子の間隔を L とすると、ひび割れ深さは(C)として推定される。



	(A)	(B)	(C)
(1)	反 射	振 幅	L
(2)	回 折	位 相	L
(3)	反 射	振 幅	$\frac{L}{2}$
(4)	回 折	位 相	$\frac{L}{2}$

問題(16)

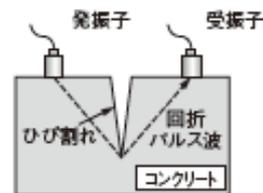
◆ 超音波法によるひび割れ深さ調査

超音波の位相を利用する測定方法

ひび割れ先端で回折する角度 90°

センサ間隔の $L/2$ となる。

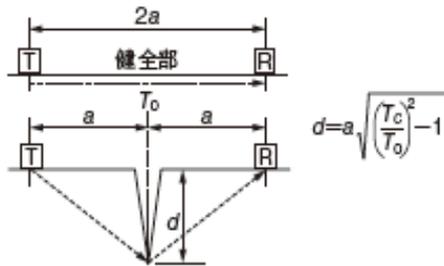
正解(4)



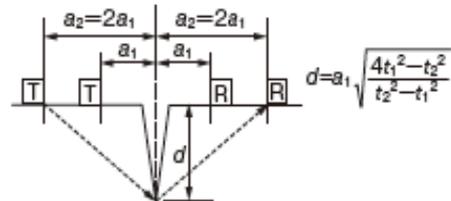
(a)パルス回折法

その他のひび割れ深さ測定

● T_c - T_0 法と算定式



●修正BS法と算定式



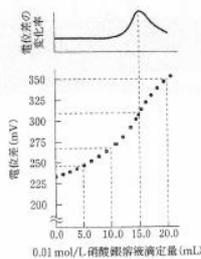
$V \times t = \text{伝播距離}$

$V \doteq 4000 \text{ m/s}$

【問題 17】

コンクリート中の塩化物イオン量を、JISA 1154:2012(硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法)の電位差滴定法により測定した。下表の条件により測定を行った結果は、下図のとおりであった。このコンクリート中の塩化物イオン量として、次の(1)~(4)のうち、正しいものはどれか。

コンクリート微粉末試料の量	10.00 g
コンクリートの単位容積質量	2.30 g/cm ³
0.01 mol/L硝酸銀溶液 1 mLの塩化物イオン相当量	0.0003545 g
硝酸銀溶液のファクター	1.000
コンクリート微粉末試料を用いない溶液の硝酸銀溶液滴定量(空試験)	2.0 mL



(1) 1.06 kg/m³

(2) 1.39 kg/m³

(3) 4.61 kg/m³

(4) 10.60 kg/m³

問題(17)

◆ 塩化物イオン量の試験方法(JIS A 1154) 電位差滴定法

ピークの示す滴定量 15mL 空試験 2mL $15-2=13\text{mL}$

硝酸銀溶液ファクター 1.0

⇒ 0.01モル/L硝酸銀溶液1mLの塩化物イオン量 0.0003545g

コンクリート粉末 10g コンクリート質量 2300g/m^3

$13 \times 0.0003545 = 0.0046\text{g}$

$2,300 \div 10 \times 0.0046 = 1.058\text{kg/m}^3 \Rightarrow$ 正解(1)

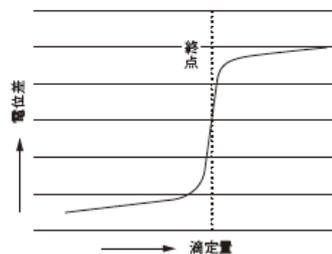
電位差滴定法について

電位差滴定法は、滴定時に測定溶液にセットした基準電極と指示電極の電位差を測定し、電位差の変化点の極大値から終点を決定する手法。

●電位差滴定装置の構成



●終点の決定



【問題 18】

アルカリシリカ反応の疑いがあるコンクリート構造物からコアを採取し、コンクリート中のアルカリ量を推定した。推定方法に関する、次の記述中の(A)および(B)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

コアを粉砕して得られた粉末試料を用い、(A)で抽出した場合には全アルカリ量を、温水で抽出した場合には水溶性アルカリ量を求めることができる。抽出後、ろ液中のアルカリ金属イオンの濃度を(B)分析で定量し、コンクリート中のアルカリ量を求める。なお、これらの方法により得られるアルカリ量は、試料中の骨材量の影響を大きく受ける。

	(A)	(B)
(1)	硫酸	示差熱重量
(2)	硫酸	原子吸光
(3)	塩酸	示差熱重量
(4)	塩酸	原子吸光

問題(18)

◆ アルカリシリカ反応のコアのアルカリ量調査

(A) コア粉末を塩酸で抽出 ⇒ 全アルカリ量

温水で抽出した場合 ⇒ 水溶性アルカリ量

(B) 抽出後の「ろ液」を原子吸光光度計で測定

正解(4)

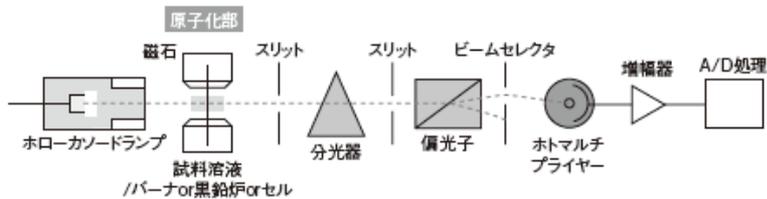
原子吸光光度計について



原子吸光光度計

原子吸光分析とは、金属原素類の光度分析法の一種で、試料中の目的原素を燃料による炎や黒鉛炉による加熱で原子化し、その原子中の元素固有の共鳴線が吸収される現象を利用して目的元素の濃度を測定する分析法

●原子吸光光度計の概略構成図



【問題 19】

四電極法(Wenner法)によるコンクリートの電気抵抗(比抵抗)の測定に関する、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。

四電極法は、下図のように、等間隔 L で一列に並べた4本の電極のうち、電極(A)の間に直流または10～100 Hz程度の交流電流を印加した状態で、その電流量と電極(B)の間で計測される電位差から電気抵抗を求めるものである。コンクリートの含水率が一定の場合、塩化物イオンの拡散係数が(C)コンクリートほど、測定される電気抵抗は大きくなる傾向を示す。

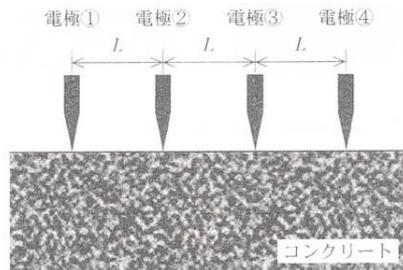


図 電極の配置

	(A)	(B)	(C)
(1)	①と④	②と③	小さい
(2)	①と④	②と③	大きい
(3)	②と③	①と④	大きい
(4)	②と③	①と④	小さい

問題(19)

◆ 四電極法による電気抵抗(比抵抗)の測定
 両端の電流量と内側の電位差から測定
 コンクリートが緻密

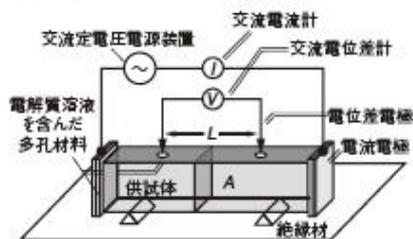
⇔ 塩化物イオンの拡散係数が小
 電流が流れにくい

⇔ 電気抵抗が大きい

正解(1)

四電極法について

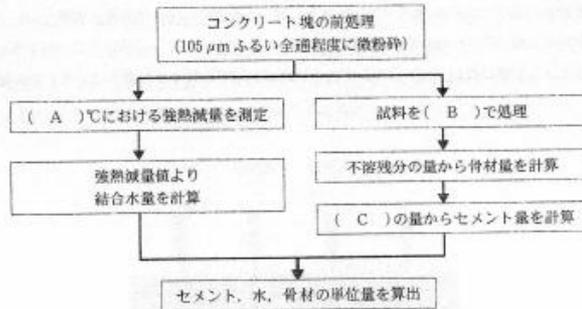
●四電極法



四電極法の測定装置

【問題 20】

下図は、硬化コンクリートの配(調)合をセメント協会法により推定する手順を示したものである。図中の(A)～(C)に当てはまる次の(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。なお、対象のコンクリートには石灰石骨材を用いていないものとする。



	(A)	(B)	(C)
(1)	400	水酸化ナトリウム水溶液	酸化カルシウム
(2)	400	塩 酸	炭酸カルシウム
(3)	600	塩 酸	酸化カルシウム
(4)	600	水酸化ナトリウム水溶液	炭酸カルシウム

問題(20)

◆ セメント協会法による配合分析方法

600℃の強熱減量から**単位水量**を推定

塩酸で溶解させたろ液の滴定よりCaOから

セメント量を推定

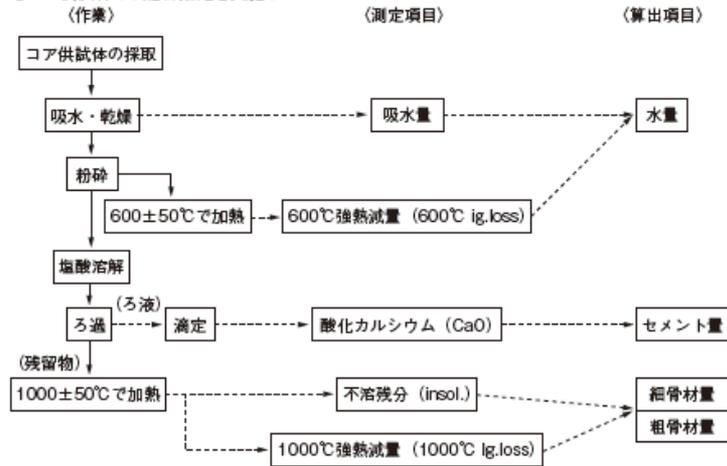
ろ液残留物の不溶残分と

1000℃の強熱減量から**骨材量**を算出

正解(3)

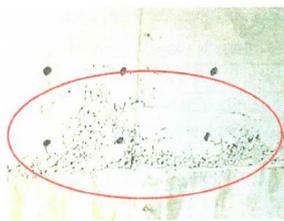
コアの配合分析方法

●コア供試体から配合推定を実施するフロー
(作業)

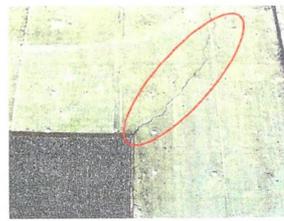


【問題 21】

写真(1)～(4)に示す鉄筋コンクリート構造物の変状のうち、コンクリートの打込みに起因するものとして、不適当なものはどれか。



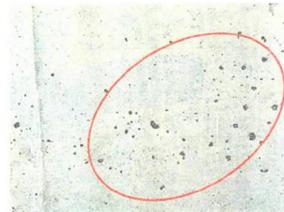
写真(1)



写真(2)



写真(3)



写真(4)

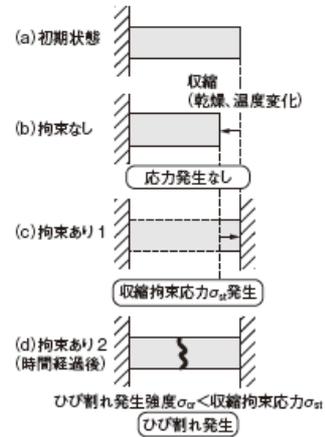
問題(21)

◆ 打込みに起因する変状 不適當なもの

- (1) 豆板
- (2) 乾燥収縮ひび割れ
- (3) コールドジョイント
- (4) 表面気泡

正解 (2)

● 収縮を拘束された場合のひび割れ発生メカニズム



生コンの単位水量と乾燥収縮率

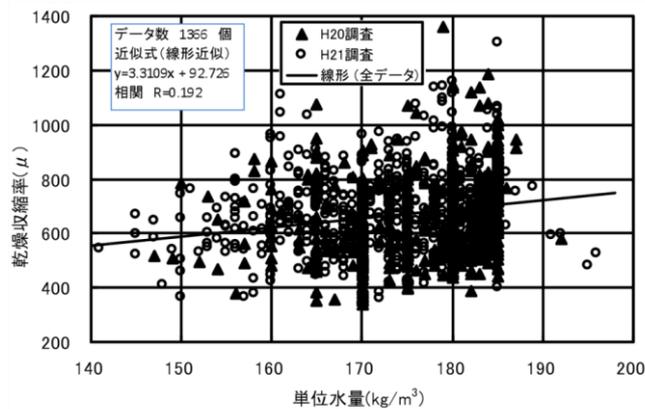
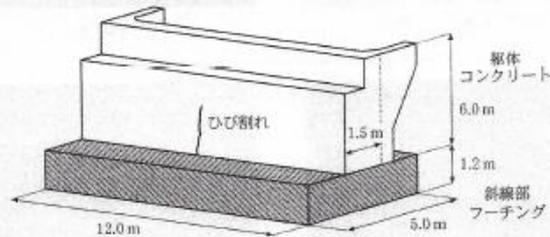


図-3.21 単位水量と乾燥収縮率

【問題 22】

道路橋の鉄筋コンクリート橋台の躯体コンクリートを打ち込んで数日後に、下図に示すひび割れが発生した。ひび割れの発生原因、主となる拘束条件とひび割れを通じた橋台背面からの漏水の可能性に関する、次の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

	ひび割れの発生原因	主となる拘束条件と漏水の可能性
(1)	乾燥収縮	内部拘束、漏水の可能性が高い
(2)	乾燥収縮	外部拘束、漏水の可能性が低い
(3)	水和熱	外部拘束、漏水の可能性が高い
(4)	水和熱	内部拘束、漏水の可能性が低い



問題(22)

◆ 道路橋橋台の数日後に生じたひび割れ原因

マスコンクリートの温度ひび割れ

⇒ セメントの水和熱に起因

外部拘束によるため貫通ひび割れ

⇒ 漏水の可能性は大

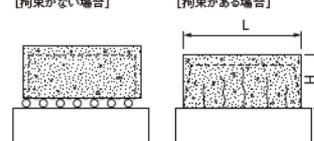
正解(3)

●内部拘束によるひび割れの発生機構



部材内のひずみを等しくした場合の拘束応力分布

●外部拘束によるひび割れの発生機構



【問題 23】

建設後 36 年が経過した打放し仕上げの鉄筋コンクリート造建築物において、屋外側の壁面の雨掛りのある部位を調査したところ、中性化深さは 30 mm、中性化残り(かぶり(厚さ)と中性化深さの差)は 0 mm であった。この調査結果に関する記述(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。

- (A) 調査部位の中性化速度係数は、 $5 \text{ mm}/\sqrt{\text{年}}$ と推定した。
 (B) 調査部位の鉄筋は腐食していないものと判断した。
 (C) 調査部位と同一壁面の雨掛りの無い部位の中性化深さは、30 mm より小さいと判断した。

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

問題(23)

◆ 建設後36年の打ち放しRC建築物の中性化

中性化深さ30mm(中性化残り0mm)

$$30 = A\sqrt{36} \quad A = 5$$

(A) 中性化速度係数 $5 \text{ mm}/\sqrt{\text{年}}$ 適

(B) 鉄筋は腐食していない。 不適

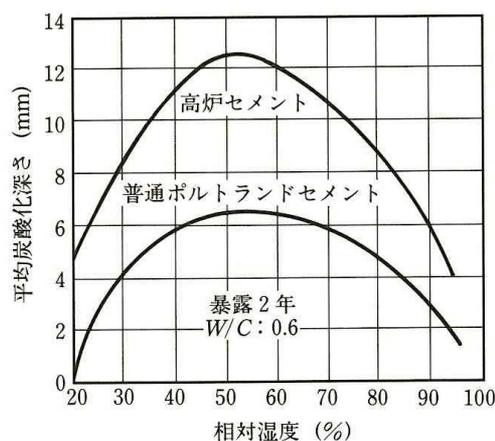
(C) 雨掛りがないと中性化深さは大 不適

正解(1)

中性化速度に及ぼす影響

- ✓ 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

中性化速度に及ぼす相対湿度の影響



* 内部湿度は中性化速度を支配する

【問題 24】

温暖な内陸部にある鉄筋コンクリート構造物において、写真1に示すようなアルカリシリカ反応による変状が発生していた。写真1の部位Ⅲで、はつり調査を行ったところ、写真2に示すように鉄筋の曲げ加工部で破断が認められた。

この調査結果に関する、次の記述中の(A)および(B)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

変状の発生状況が部位Ⅰと部位Ⅱで異なる主な要因は、水分(雨水)の供給量の違いによると考えられ、部位Ⅱから得られるコンクリートコアの残存膨張性は、部位Ⅰより(A)と推定される。また、部位Ⅲで見られた鉄筋破断は、曲げ加工の際の曲げ戻しにより、曲げ加工部(B)に初期亀裂が発生し、アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張により亀裂が進展したためと考えられる。

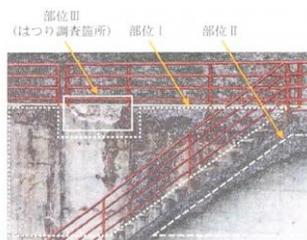


写真1 アルカリシリカ反応による変状の発生状況



写真2 部位Ⅲにおける鉄筋の曲げ加工部の破断

	(A)	(B)
(1)	低い	外側
(2)	低い	内側
(3)	高い	外側
(4)	高い	内側

問題(24)

- ◆ 温暖な内陸部のアルカリシリカ反応による変状
- 曲げ加工部の鉄筋破断
- 部位Ⅱと部位Ⅰの違い 雨掛かり
- 部位Ⅱが部位Ⅰより残存膨張量は大きい
- 曲げ加工部は内側からひび割れ発生

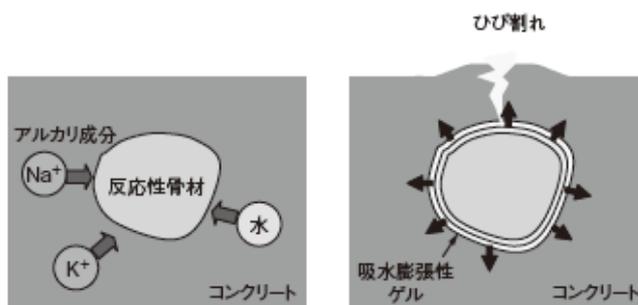
正解(4)

ASRによる鉄筋破断



ASRの吸水膨張

●ASRによるひび割れ発生のメカニズム



【問題 25】

九州地方の山間部(標高約 800 m)にある建設後約 60 年を経過した鉄筋コンクリート造建築物において、写真に示すような変状が生じていた。この変状の主たる原因として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



- (1) コンクリートの乾燥収縮
- (2) 塩害
- (3) 中性化
- (4) 凍結融解作用

問題(25)

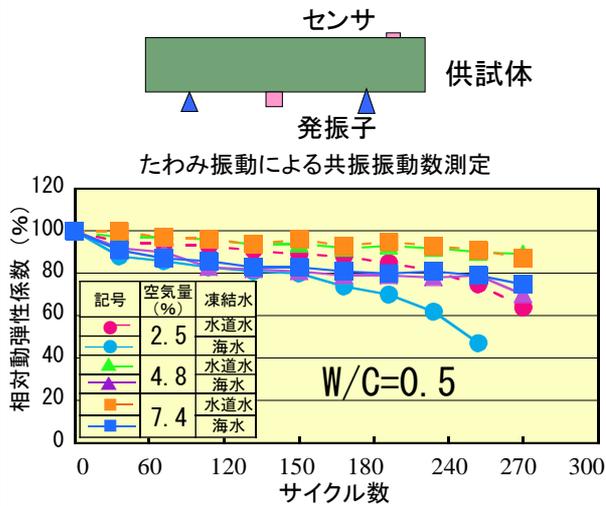
◆ 九州地区山間部(標高800m)の変状
建設後60年経過

- (1)コンクリートの乾燥収縮 パターンの違い
- (2)塩害 鉄筋位置でない
- (3)中性化 鉄筋位置でない
- (4)凍結融解作用

正解(4)

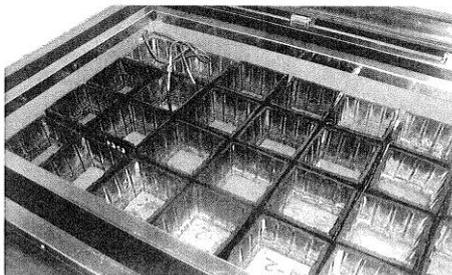
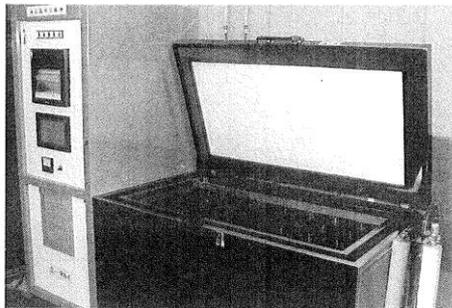
●耐凍害性の判定方法(相対動弾性係数で評価)

- ・骨材: 吸水率3%以下, 安定性試験における損失率12%以下を確かめる.
- ・コンクリート: 凍結融解試験300サイクル終了後の相対動弾性係数80%以上を確かめる.



・動弾性係数
 $Ed = 4.08 \times 10^{-6} \cdot L / A \cdot m \cdot f^2$
 m: 質量
 f: 1次共振振動数(Hz)

凍結融解試験の試験機器



300サイクル経過後 の凍結融解試験供試体

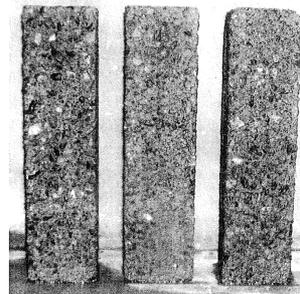


写真-3・2 300サイクル経過後の凍結融解試験供試体(表面層にスケールリングが見られる)

表面層にスケールリング
が見られる

【問題 26】

温暖な地域にある鉄道高架橋の鉄筋コンクリート橋脚(中柱)において、写真に示すような白色の析出物が確認された。この析出物を水に混ぜると容易に溶解した。これらの結果から判断した析出の主たる原因として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。



- (1) 硫酸侵食
- (2) 溶脱
- (3) 硫酸塩侵食
- (4) アルカリシリカ反応

写真 鉄道高架橋の鉄筋コンクリート橋脚(中柱)の基部

問題(26)

◆ 温暖な地域の鉄道高架橋の橋脚の変状

白色析出物 水に溶解

- (1) 硫酸侵食 激しい侵食
- (2) 溶脱 表面が削られない
- (3) 硫酸塩侵食 土壌や地下水の硫酸塩
- (4) アルカリシリカ反応 ひび割れが生じる

正解(3)

硫酸塩土壌の基礎と部位の影響

土壌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、土壌から多量の硫酸イオンが上昇して侵食する。

海水由来の土壌などで生じ易い

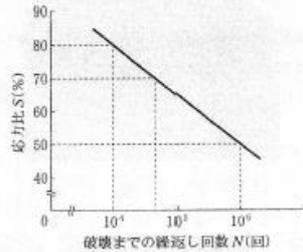


ASRによるひび割れの事例



【問題 27】

変動荷重を受ける部材の疲労について評価する際には、線形累積損傷則(マイナー則)を用いることが多い。下図は、コンクリート部材における繰返し応力比 S と破壊までの繰返し回数 N の関係を表している。この部材に条件(A)または条件(B)の荷重が作用すると想定した場合、部材の安全性の評価の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



	条件(A)	条件(B)
(1)	破壊する	破壊する
(2)	破壊する	破壊しない
(3)	破壊しない	破壊する
(4)	破壊しない	破壊しない

条件(A)：応力比 70% に相当する荷重が 100,000 回作用

条件(B)：応力比 80% に相当する荷重が 7,000 回作用した後に、

応力比 50% に相当する荷重が 700,000 回作用

問題(27)

◆ 線形累積損傷則(マイナー則)

(A) 応力比 70% の荷重 10万回 ⇒ 破壊

(B) 応力比 80% の荷重 7千回 損傷度 0.7

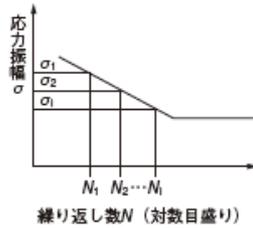
応力比 50% の荷重 70万回 損傷度 0.7

合計 1.4 で破壊

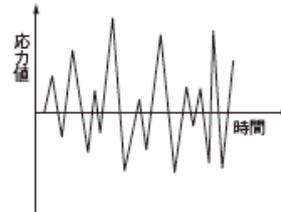
正解 (1)

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 28】

火害を受けた鉄筋コンクリート造建築物の壁を調査したところ、コンクリートの表面は灰白色～淡黄色に変色しており、中性化深さは50mmまで達していた。なお、鉄筋のかぶり(厚さ)は30mmで、同じ場所で火害を受けていない箇所の中性化深さは10mmであった。この火害に関する、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。

- (A) コンクリートの表面の受熱温度は600℃を超えていたと判断した。
 (B) 鉄筋の受熱温度は300℃以下であったと判断した。
 (C) 火害によるコンクリートの中性化の原因は水酸化カルシウムの熱分解であると判断した。

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

問題(28)

◆ 火害を受けたRC造建築物

表面が灰白色～黄淡色 ⇒600℃～1200℃

中性化深さ50mm かぶり厚さ30mm

(A) 受熱温度600℃以上 ⇒○

(B) 鉄筋の受熱温度は300℃以下 ⇒とは言えない。

(C) 中性化の原因は水酸化カルシウムの分解 ⇒○

正解(2)

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

500℃

↑ 再使用可
↓ 再使用不可

【問題 29】

寒冷地のコンクリート構造物の診断にあたって必要となるAEコンクリートの技術の変遷に関して、以下の(A)および(B)の記述の内容が当てはまる年代の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

(A) AE剤が国産化され、AEコンクリートが製造され始めた。

(B) JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)において、標準品の普通コンクリートの空気量が4%(寒冷地の場合は4.5%)に規定された。

	1950年代	1960年代	1970年代	1980年代
(1)	(A)	(B)		
(2)	(A)		(B)	
(3)		(A)	(B)	
(4)		(A)		(B)

問題(29)

◆ コンクリート技術の変遷

AE剤が国産化 ⇒ 戦後間もなく

JIS A 5308で標準品の空気量が4.0%に規定

1978年の改正

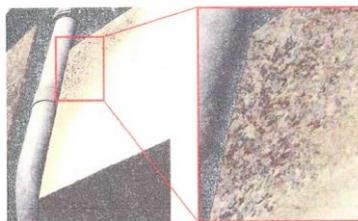
正解(2)

【問題 30】

近畿地方の山間部にある竣工後 15 年が経過した道路橋 PC 単純箱桁橋(写真1)の伸縮ジョイント近傍に、写真2および写真3に示す変状が見られた。これらの変状の原因に関する、次の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。



	写真2	写真3
(1)	酸性雨の作用	内在塩分による塩害
(2)	酸性雨の作用	凍結防止剤による塩害
(3)	凍結融解作用	内在塩分による塩害
(4)	凍結融解作用	凍結防止剤による塩害



問題(30)

◆ 近畿地方山間部の道路橋の変状

写真2 ⇒ 凍結融解作用によるスケーリング

酸性雨であれば雨水を受ける箇所で生じる

写真3 ⇒ 錆汁が見られるので凍結防止剤

内在塩分では局部には生じない

正解(4)

【問題 31】

ポストテンション方式 PC 連続箱桁のウェブに写真に示すような豆板が発生し、調査の結果、図のような不良部分を確認した。プレストレスの導入前に行う不良部分の補修方法に関する、次の(1)～(4)の記述のうち、最も適当なものはどれか。



写真 豆板の発生状況

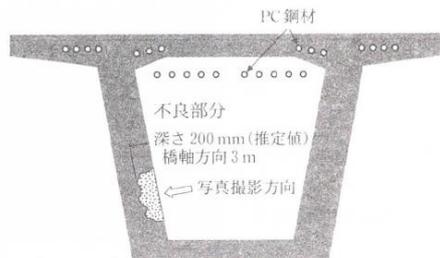


図 豆板の発生位置の断面図

- (1) 不良部分の表面にポリマーセメントモルタルを塗布
- (2) 不良部分の空洞部にエポキシ樹脂を注入
- (3) 不良部分をはつり取りポリマーセメントモルタルを充填
- (4) 不良部分をはつり取りコンクリートの打込み

問題(31)

◆ 豆板の補修方法で、最も適当な方法

- (1) 表面部に、ポリマーセメントモルタル
- (2) 空洞部にエポキシ樹脂
- (3) 豆板を研り取りポリマーセメントモルタル
- (4) 豆板を研り取りコンクリート

ウェブのコンクリートは弾性係数が均一となる補修を選択

正解(4)

【問題 32】

下図は1975年に建設された道路橋のポストテンション方式PCT桁で、写真に示すような変状が確認された。今後、同種の新設構造物にこのような変状を生じさせないための対策に関する、次の(1)~(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

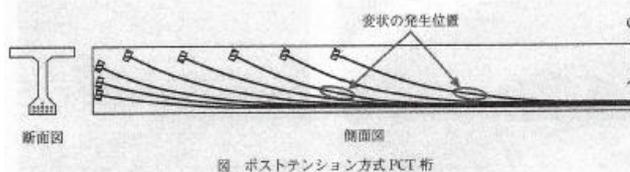


写真 変状の状況

- (1) シース内の空隙の発生を抑制するため、ノンリーディングタイプのグラウトを採用する。
- (2) PCグラウトの充填性を向上させるため、シース径を小さくする。
- (3) PCグラウトの注入量を管理するため、グラウト流量計を導入する。
- (4) 床版面からの雨水等の浸入を防止するため、定着位置を桁端部へ変更する。

問題(32)

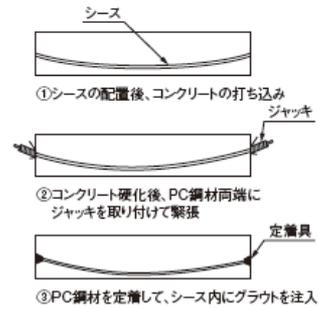
◆ ポストテンションPCTの補修対策

不適当なもの

- (1) シース内にノンブリーディンググラウト
- (2) シース径を小さく ⇒ 逆効果
- (3) 注入量の管理で流量計
- (4) 定着位置を桁端部に移動

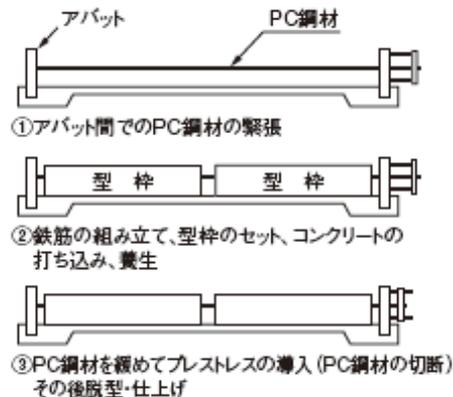
正解(2)

●ポストテンション方式



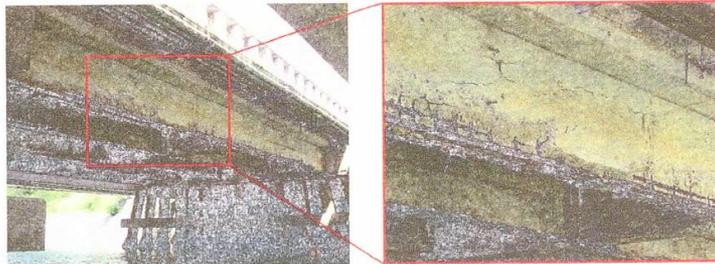
プレテンション方式のプレストレストコンクリート

●プレテンション方式



【問題 33】

写真は、長期的な供用が予定されている幹線道路の、沿岸部にある鉄筋コンクリートT桁橋の劣化状況である。この橋梁の対策として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。



- (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(33)

◆ 沿岸部のRC桁橋の長期供用を目指した補修

2013年度問題の再掲

(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

(4) 架け替え

激しく劣化しているため、架け替えが適当

【問題 34】

北陸地方の内陸部にある工場の鉄筋コンクリート基礎(機械基礎)において、写真1および写真2に示すような変状が発生していた。この基礎は稼動時に高温となる鋼管(キルン)の直下に位置する。この変状の進行を抑制する対策に関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。なお、コンクリート中の鉄筋に腐食はなく、ひび割れについては樹脂注入を行うものとする。



- (1) けい酸ナトリウムを主成分とする表面含浸材による表面改質
- (2) 流電陽極方式による電気防食
- (3) ポリウレア樹脂による表面被覆
- (4) 炭酸カリウムを電解液とする再アルカリ化

問題(34)

◆ 北陸地方内陸部のRC機械基礎

高温のキルンの下に位置

変状の抑制対策 ⇒ 変状はASR

- (1) 珪酸ナトリウムの表面含浸材 ⇒ 逆効果
- (2) 電気防食 ⇒ 鉄筋の腐食ではない
- (3) ポリウレア樹脂
- (4) 再アルカリ化 ⇒ 逆効果

正解(3)

ポリウエア樹脂

ポリウレア樹脂とは、ポリイソシアネートとポリアミンの化学反応によって形成された樹脂化合物。

ポリウレタントとは、全く別の樹脂である。ポリウレタンは空気中の水蒸気に触れているだけで加水分解を起こし製造された直後から劣化する。

ポリウレア樹脂は加水分解することがなく、長期間劣化することがない。

【問題 35】

道路橋の鉄筋コンクリート床版の疲労に関する、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。

床版では乾燥収縮によるひび割れが生じ、輪荷重の繰返しや浸透水の影響を受けて(A)ひび割れが発生する。ひび割れの進展に伴い(B)に対する耐力が低下し、最終的には疲労により(B)破壊する。これらの予防対策として床版防水と、剛性向上を目的とした(C)が有効である。

	(A)	(B)	(C)
(1)	曲げ	押抜きせん断	FRP接着
(2)	曲げ	押抜きせん断	床版上面増厚
(3)	鋼材腐食による	曲げ	FRP接着
(4)	鋼材腐食による	曲げ	床版上面増厚

問題(35)

◆ 道路橋RC床版の疲労の問題

床版に乾燥収縮ひび割れから

⇒ 曲げひび割れ

最終的に押抜きせん断破壊

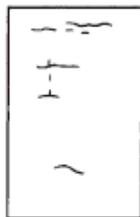
予防対策 防水と上面増厚で剛性向上

曲げ耐力の向上

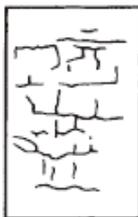
正解(2)

疲労劣化の進み方

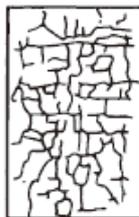
● 鉄筋コンクリート床版の疲労による劣化進行状態



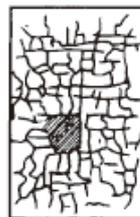
状態I「潜伏期」
1方向ひび割れ



状態II「進展期」
2方向ひび割れ



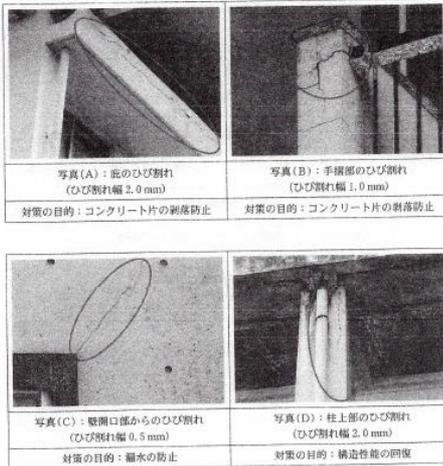
状態III「加速期」
ひび割れ網細化と
角落ち



状態IV「劣化期」
床版の陥没

【問題 36】

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、適当なものほどれか。



	写 真	対策工法
(1)	(A)	ポリマーセメントモルタルを用いたUカット充填工法
(2)	(B)	セメント系注入材を用いた低圧注入工法
(3)	(C)	エポキシ樹脂系注入材を用いた低圧注入工法
(4)	(D)	可とう性エポキシ樹脂を用いたUカット充填工法

問題(36)

◆ 鉄筋コンクリート建築物のひび割れ

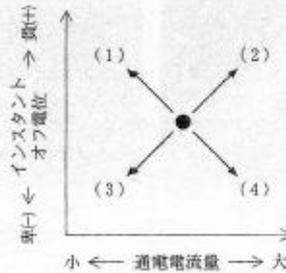
- (A) ひさしの2mmのひび割れ 不適當
- (B) 手摺部のひび割れ1mm 不適當
- (C) 開口部のひび割れ0.5mm 適當
- (D) 柱のひび割れ2mm 不適當

腐食ひび割れや剥落防止には、充填では対策にならない。

正解 (3)

【問題 37】

電気防食を適用した鉄筋コンクリート構造物の定期点検を実施したところ、復極量が 300 mV であった。図中の黒丸(●)は、通電電流量と定期点検時の鉄筋のインスタントオフ電位をプロットしたものである。今後の電気防食の管理として、復極量が 100 mV 近くになるように通電電流量を調整することとした。調整後の通電電流量とインスタントオフ電位の変化を示した概念図における(1)～(4)の矢印のうち、適当なものはどれか。



問題(37)

◆ 電気防食の問題

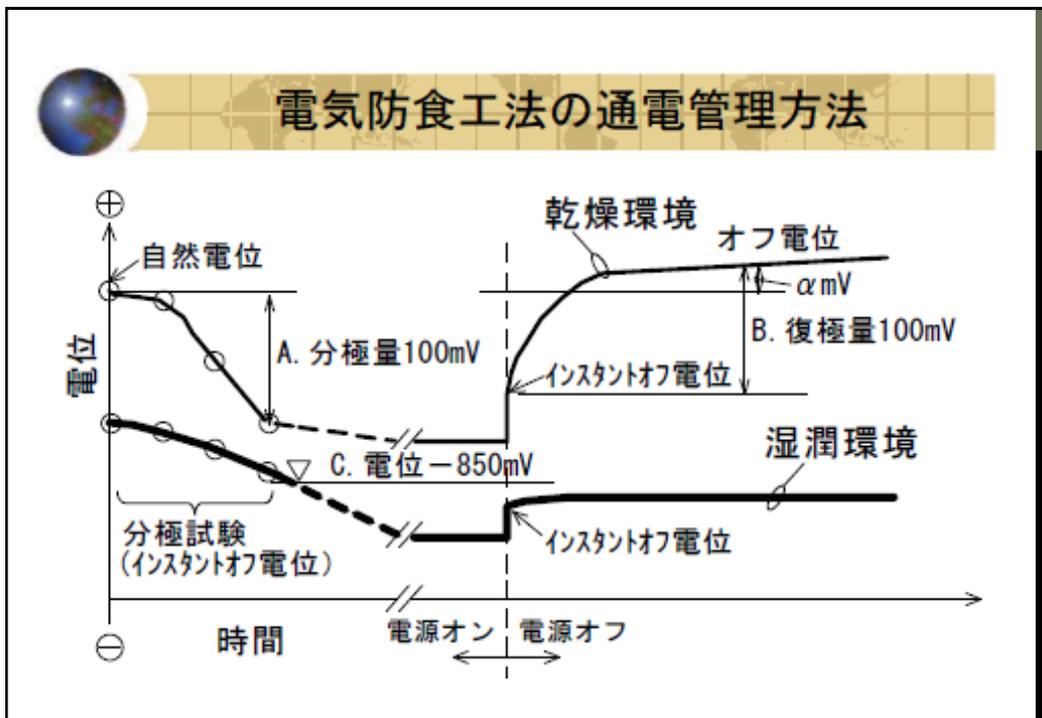
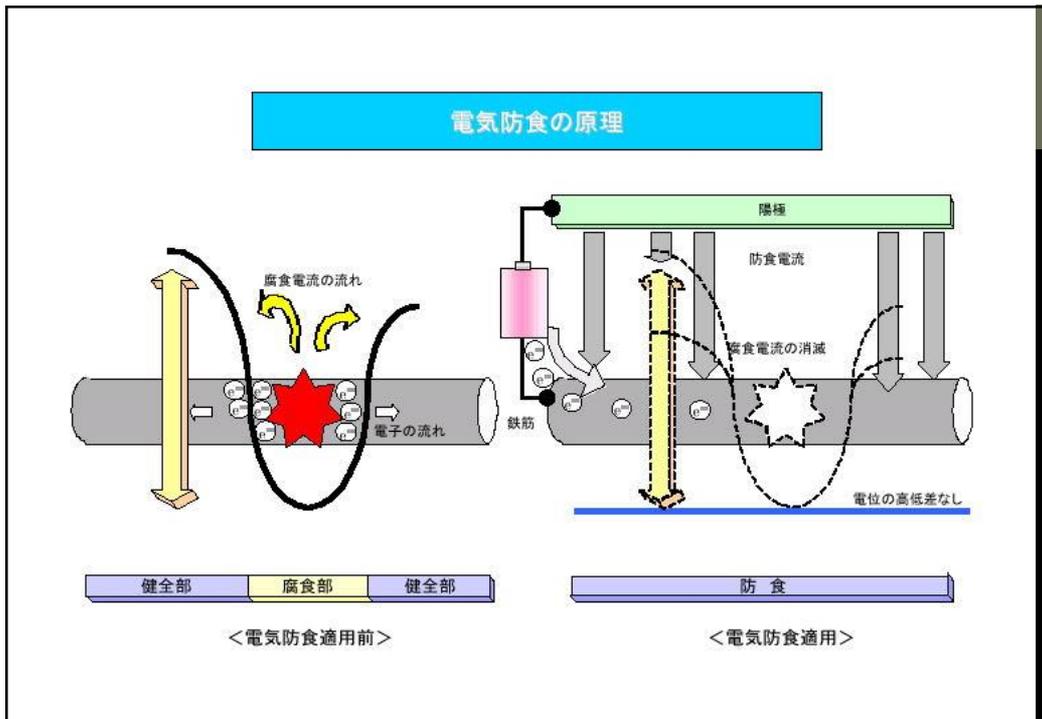
防食電流を供給すると、卑側に変化する。

電流を停止させると、貴側に変化する。

復極量を300mVから100mVに低下させるには、電流量を小さくするように調整する。

インスタントオフ電位は、貴側に変化する。

正解 (1)



【問題 38】

鉄筋コンクリート構造物の補修・補強材料として用いられる高弾性炭素繊維、アラミド繊維およびガラス繊維の材料特性を示した概念図の(A)～(C)に該当する繊維種類の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

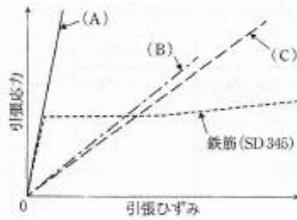


図1 引張応力と引張ひずみの関係

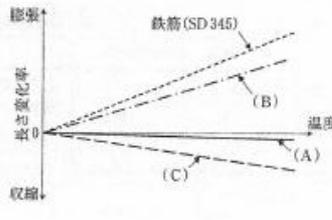


図2 線膨張特性(0～150℃)

	(A)	(B)	(C)
(1)	高弾性炭素繊維	アラミド繊維	ガラス繊維
(2)	高弾性炭素繊維	ガラス繊維	アラミド繊維
(3)	ガラス繊維	高弾性炭素繊維	アラミド繊維
(4)	アラミド繊維	高弾性炭素繊維	ガラス繊維

問題(38)

◆ RC構造物の補修材料の特性

引張弾性係数 ⇒ 炭素繊維が高い

線膨張係数 ⇒ 炭素繊維 $-0.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

アラミド繊維 $-5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

ガラス繊維 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

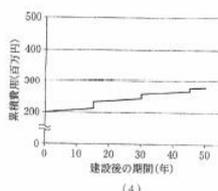
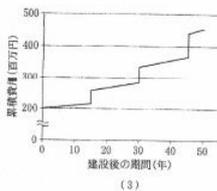
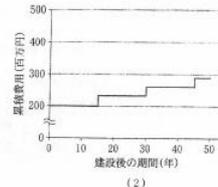
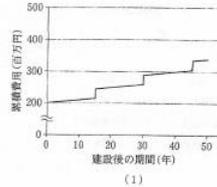
物性		炭素(CFRP)	アラミド(AFRP)	ガラス(GFRP)	鉄筋
密度	—	1.5	1.3	1.7~1.9	7.85
引張強度	N/mm ²	1,900~2,300	1,400~1,800	600~900	490
ヤング係数	kN/mm ²	130~150	50~70	30	210
線膨張係数	10 ⁻⁶ /°C	0.6	-2~-5	9	12

正解 (2)

【問題 39】

塩害環境下にPCT桁橋を建設し、予防保全として表面被覆を施すこととした。下表に維持管理のシナリオを示す。この構造物の建設後50年間の累積費用を示す、次の(1)～(4)の図のうち、適当なものはどれか。なお、社会的割引率は2.0%とする。

建設・維持管理行為	費目	費用(百万円)
建設	PCT桁橋本体の建設費用	190
	建設時の表面被覆費用	10
点検	1年間の点検費用	1
表面被覆の補修(15年毎)	1回の補修費用	30



問題(39)

◆ 塩害環境のLCC(予防保全として対策)

社会的割引率 2.0%

1年間の点検費用 1百万円

(1)は社会的割引率を評価していない

社会的割引率を評価すると、

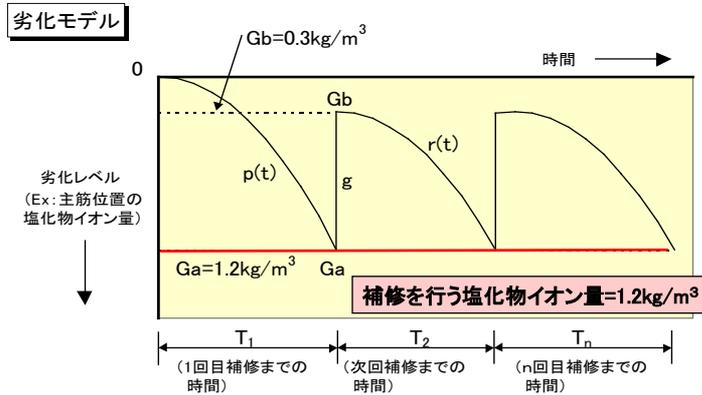
(1)より小さくなる

正解 (4)

ライフサイクルコスト(LCC)の評価

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

ライフサイクルコスト
初期建設費 補修費 更新費



119

■ LCC (ライフサイクルコスト)

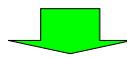
(A)新設構造物の場合(=PFI事業)

1) 割引率:0%

ライフサイクルコスト

$$LCC = I + \sum_{i=1}^n M_i + \sum_{i=1}^m R_i$$

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)

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

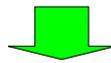
120

■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%)

【問題 40】

支間の3等分点に集中荷重 P がそれぞれ作用する PC 単純橋において、偏心配置した外ケーブルを緊張して支間中央に鉛直力 X を作用させ、集中荷重 P による最大曲げモーメントを 20% 低減することとした。対策後の曲げモーメント図として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。

ただし、鉛直力作用後、PC 単純橋はクリープ変形しないものとする。

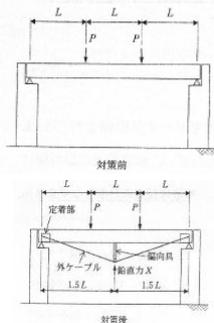
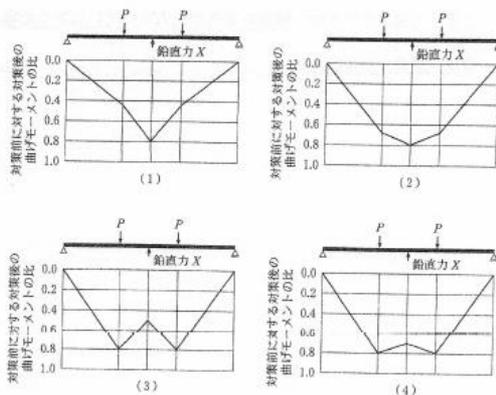


図 対策工の概要図



問題(40)

◆ PC単純桁の補強方法

曲げモーメントを20%低減する。

支点反力は $R_A = P$

曲げモーメント $M = PL$

曲げモーメントを20%低減すると、 $0.8PL$

X点 $M_x = 0.8 \times 1.5L - P \times 0.5L = 0.7PL$

曲げモーメント図から 正解 (4)

