

# 2014年度 コンクリート診断士試験解説

十河 茂幸  
江良 和徳

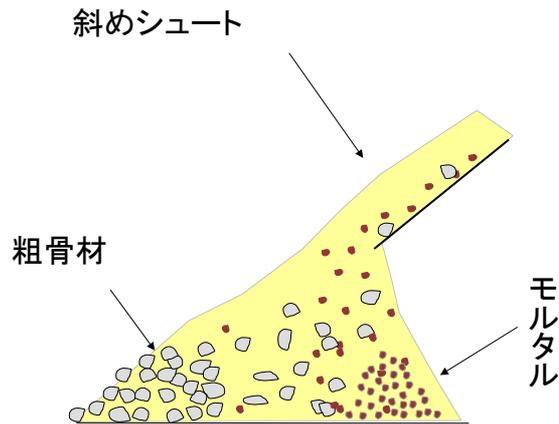
## 【問題 1】

コンクリート壁面に、写真に示すような初期欠陥が認められた。この初期欠陥の発生要因として、次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) コンクリートの荷卸しまでの時間が長かった。
- (2) コンクリートの打込み高さが高かった。
- (3) コンクリートの打重ね時間間隔が短かった。
- (4) コンクリートの締固め時間が短かった。



## 材料分離のメカニズム



落下高さが高いと材料分離する。

### 問題 1

豆板ができる原理(粗骨材だけが集まる現象)

⇒ 材料分離の一種 **不適当なもの**はどれか？

(1) 打込みまでに時間が長くなる

⇒ スランプが小さくなり、締固め不足になりがち ○

(2) 打込み高さが高い

⇒ 粒径による慣性力の違いで、分離が生じ易い ○

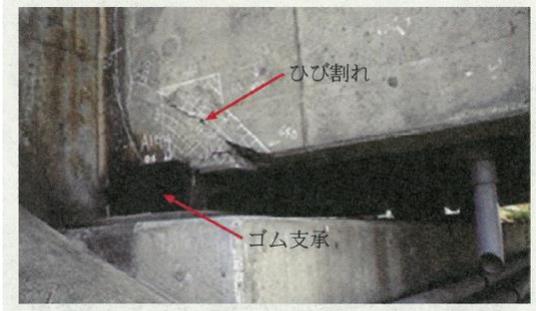
(3) 打ち重ね時間が短い ⇒ 長いとコールドジョイント×

(4) 締固め時間が短いと分離を回復できない ○

不適当なもの 正解 (3)

## 【問題 2】

積雪寒冷地にあるプレストレストコンクリート橋の桁端部に、写真に示すようなひび割れの発生が認められた。このひび割れの主な発生原因として適当なものは、次のうちどれか。なお、写真中には調査時のチョーク跡が残っている。



- (1) 凍結融解の繰返し
- (2) 乾燥収縮
- (3) 交通荷重の繰返し
- (4) 地震荷重

## 問題 2

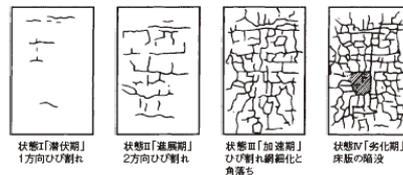
積雪寒冷地のPC桁端部のひび割れ **適当なもの**

せん断ひび割れの生じる原因

- (1) 凍結融解の繰返し × ⇒
- (2) 乾燥収縮 ×
- (3) 交通荷重の繰返し × →
- (4) 地震荷重 ○

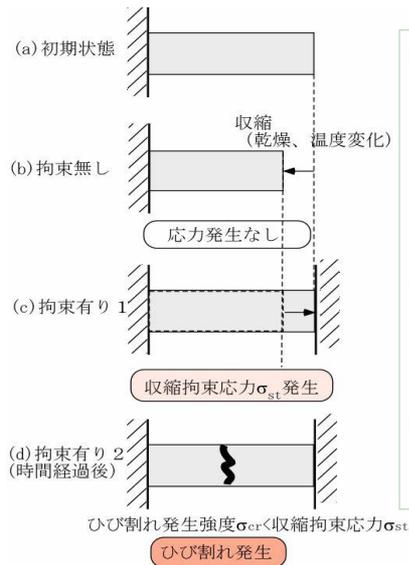


●鉄筋コンクリート床版の疲労による劣化進行状態



正解 (4)

## 収縮を拘束された場合のひび割れ発生メカニズム



- コンクリートは収縮する。  
セメントの硬化収縮  
乾燥して収縮  
水和発熱が放熱して収縮
- 既設物などが収縮を拘束  
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

### 【問題 3】

写真(A)～(C)に示すコンクリートの変状とそれらの説明に関する次の(1)～(4)の正誤の組合せのうち、適当なものはどれか。

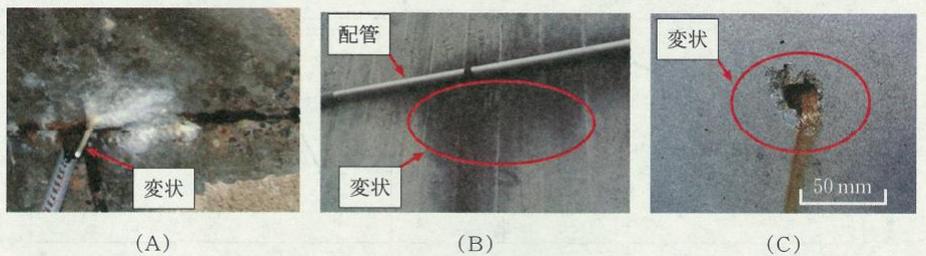


写真	変状の説明
(A)	炭酸カルシウムを主成分とするつらら状の析出物
(B)	藻類の死骸に起因する外壁の変色
(C)	鉄分を有する骨材に起因する欠損と変色

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

### 問題 3

変状とその説明 **正誤の組み合わせ**

(1) 炭酸カルシウムのつらら ○



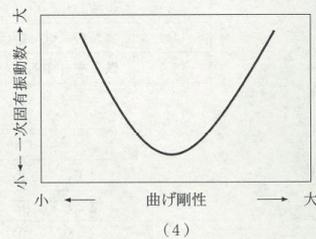
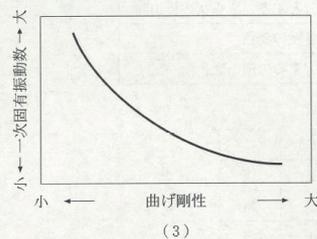
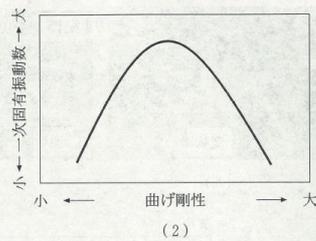
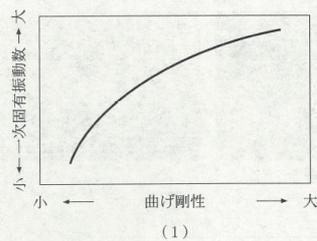
(2) 藻類の死骸に起因する変色 ⇒ カビの一種 ○

(3) 鉄分を含む骨材による変色 ⇒ 錆汁が主因 ○

どれも正しい 正解(1)

#### 【問題 4】

鉄筋コンクリート梁部材の曲げ剛性と一次固有振動数の関係を表した次の概念図のうち、適当なものはどれか。



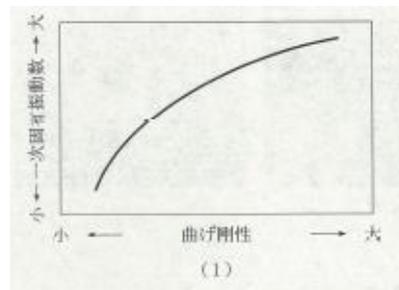
## 問題 4

### 鉄筋コンクリート梁部材の曲げ剛性と一次固有振動数

固有振動数は、質量と剛性で決まる。

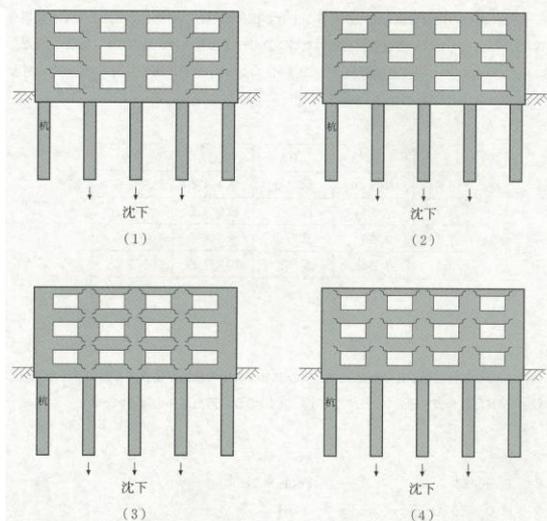
梁部材の曲げ剛性が低下すると、一次固有振動数も低下

正解 (1)

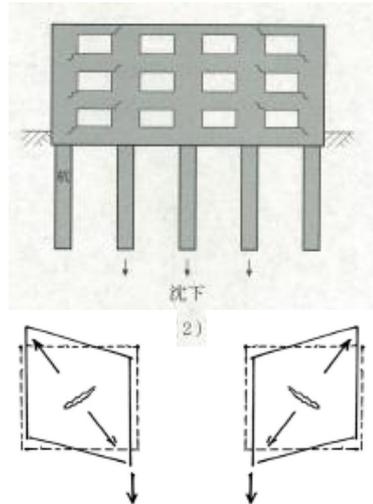


### 【問題 5】

杭の沈下によって鉄筋コンクリート造建物の地上階に生じるひび割れを示す次の概念図のうち、最も適当なものはどれか。



## 問題5 不同沈下によるひび割れ



正解(2)

### 【問題 6】

コンクリートの中性化に関する次の記述中の(A)～(D)に当てはまる(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

一般に、骨材の絶対容積および水セメント比が同一の場合、連続した空隙を有する軽量骨材を用いたコンクリートは、普通骨材を用いたコンクリートより中性化速度が( A )。また、一般のコンクリートにおいて環境湿度が( B )、コンクリートの細孔空隙中の液状水が大きく( C )と中性化速度は( D )なる。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	小さい	低く	減少する	大きく
(2)	大きい	低く	減少する	大きく
(3)	大きい	低く	減少する	小さく
(4)	小さい	高く	増加する	小さく

## 問題 6

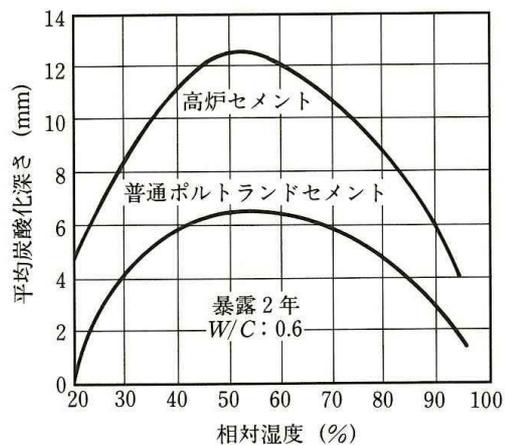
中性化に関する問題 **組み合わせで適当なもの**

軽量骨材は中性化は早く、中性化速度係数が大きい。

⇒ 理由は、軽量骨材中の内部空隙と適度な水分の影響  
環境湿度が低いと、細孔空隙中の液状水が大きく減少し、  
中性化速度は遅くなる。

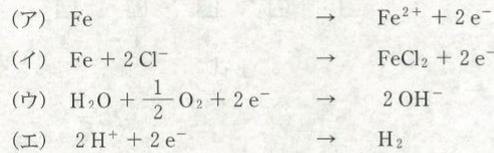
正解(3)

## 中性化速度に及ぼす相対湿度の影響



## 【問題 7】

次の(ア)～(エ)に示す化学反応式で、コンクリート中の鉄筋が腐食する際のアノード反応およびカソード反応を表す組合せとして、(1)～(4)のうち適当なものはどれか。



	アノード反応	カソード反応
(1)	(ア)	(ウ)
(2)	(ア)	(エ)
(3)	(イ)	(ウ)
(4)	(イ)	(エ)

## 問題 7

鉄筋の腐食に関する問題 **組み合わせで適当なもの**

鋼材表面から鉄イオンが細孔溶液中に溶け出しアノード

アノード反応  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-}$

カソード反応  $\text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 2\text{OH}^{-}$

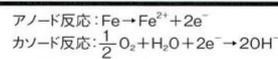
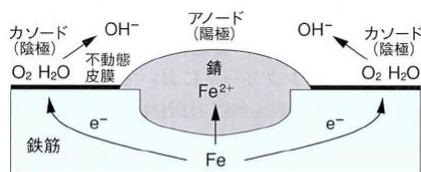


図 鋼材の腐食反応の模式図

正解(1)

## 【問題 8】

コンクリートのアルカリシリカ反応(ASR)に関する次の記述(1)~(4)のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) プレストレスで拘束された部材では、拘束方向のひび割れが卓越する。
- (2) 細孔溶液中のOH<sup>-</sup>イオン濃度が高いほどコンクリートの膨張量が大きくなる。
- (3) モルタルバー法で無害と判定された骨材を用いても、ASRによるひび割れが発生する場合がある。
- (4) 反応性鉱物を含む骨材と含まない骨材を混合使用する場合、反応性鉱物を含む骨材の混合割合とコンクリートの膨張量とは比例関係にある。

## 問題 8

ASRに関する **不適当なもの**

- (1)プレストレスの拘束方向にひび割れ ○
- (2)細孔溶液中のOH<sup>-</sup>イオン濃度が高い程大きいひび割れ ○
- (3)モルタルバーで無害であってもひび割れが生じる。○
- (4)有害な骨材と無害な骨材を混合すると比例する、  
ペシマムが存在する ×

不適当なもの 正解 (4)

## ASRに及ぼす影響

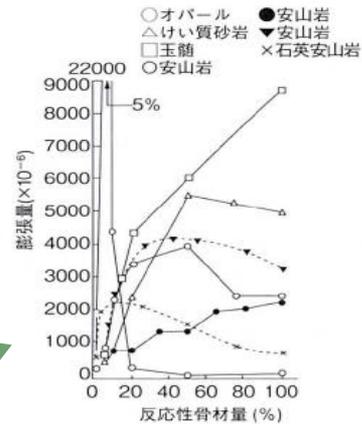
(1) 拘束の強い方向に生じる。



(2) アルカリ量が高いことになる。

(3) 現行のモルタルバーで  
評価できない場合もある。

(4) 反応性骨材のペシマム



### 【問題 9】

コンクリートの凍害に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる語句の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

外気温の降下に伴って、コンクリート中では、( A )細孔中の水から凍結しはじめ、続いて ( B )細孔中の水が凍結する。水圧説では、これらの細孔中の未凍結水による水圧が凍害の主因とされている。この圧力はコンクリート中の空隙の分布状況に影響され、その評価指標として用いられるのが ( C )である。

	(A)	(B)	(C)
(1)	径の大きい	径の小さい	気泡間隔係数
(2)	表面近傍の	より深部の	動弾性係数
(3)	径の小さい	径の大きい	動弾性係数
(4)	深部の	より表面側の	気泡間隔係数

## 問題 9

凍害に関する問題 **組み合わせで適当なもの**

- (A)に入るもの 表面近傍の または 径の大きい  
 (B)に入るもの 径の小さい または より深い  
 (C)に入るもの 気泡間隔係数

気泡間隔係数が小さいと耐凍害性に優れる。

正解 (1)

## ■ 気泡分布

- 硬化コンクリート中の気泡径の分布, 空気量, 気泡間隔係数を測定する。

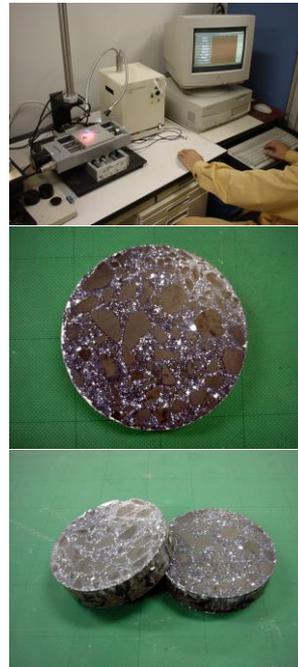
測定範囲: 10 $\mu$ m ~ 数mm

- コンクリート中の気泡部分を实体顕微鏡で入力し, 画像処理装置により解析。  
(1試料の測定時間: 10分)

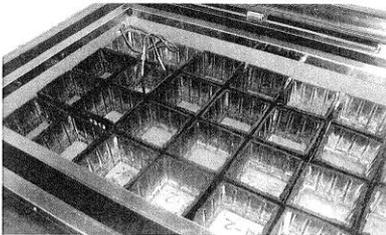
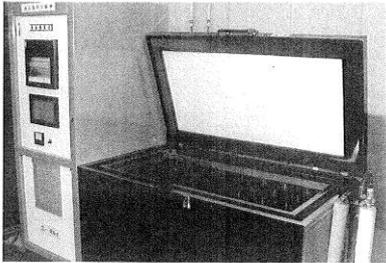


- コンクリート中のエントレンドエアの確認
- コンクリートの凍結融解抵抗性の評価

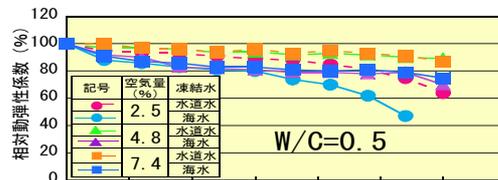
気泡間隔係数 250 $\mu$ m以下であれば  
凍結融解抵抗性は良好と判定



## ■ 凍結融解の繰り返し試験



相対動弾性係数は、試験前に対する動弾性係数に比で評価する方法



### 【問題 10】

コンクリートの硫酸による化学的侵食に関する次の記述中の、(A)～(C)に当てはまる語句の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

コンクリートが硫酸の作用を受けると、まず、セメント水和物の(A)と硫酸が反応してコンクリート表面に(B)が生成される。なお、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートでは、水セメント比が(C)方が劣化の進行は速い。

	(A)	(B)	(C)
(1)	水酸化カルシウム	炭酸カルシウム	小さい
(2)	C-S-H	炭酸カルシウム	大きい
(3)	水酸化カルシウム	二水せっこう	小さい
(4)	C-S-H	二水せっこう	大きい

## 問題 10

硫酸による化学的侵食の問題 **組み合わせで適当なもの**

硫酸が作用すると、セメントの水和物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応



さらに、けい酸カルシウムとも反応して

二水石膏とシリカゲルを生成する。

硫酸の作用では、水セメント比が**小さい**程劣化しやすい。

正解 (3)

### 【問題 11】

山間部に位置するプレストレストコンクリート橋において、下の写真のA部およびB部に示すような変状が認められた。変状の原因を推定するために行った調査に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

A部拡大写真  
 全体写真  
 B部拡大写真  
 橋台部 模式図  
 上部工  
 鋼製ブラケット  
 橋台  
 地覆  
 舗装  
 間詰めモルタル  
 ホロー桁  
 上部工 模式図

- (1) A部の褐色物質の発生原因を推定するために、鋼製ブラケットの腐食状況を調べた。
- (2) A部の褐色物質の発生原因を推定するために、橋台の鉄筋の腐食状況を調べた。
- (3) B部の白色物質の発生原因を推定するために、凍結防止剤の散布状況を調べた。
- (4) B部の白色物質の発生原因を推定するために、橋面の防水層の有無を調べた。

## 問題 11

山間部のPC橋の変状 **不適當なもの**

- (1) A部のブラケットの腐食を調査 ○
- (2) A部の腐食の調査に、橋台の鉄筋の腐食を調査 ○
- (3) B部の原因に凍結防止剤を調査  
⇒ 凍結防止剤は塩害、エフロの原因ではない。×
- (4) B部の原因に橋面の防水層を調査 ○

不適當なもの 正解 (3)

### 【問題 12】

鉄筋コンクリート構造物からコアを採取し、塩化物イオンの濃度の測定を行った。このとき実施した方法に関する次の記述のうち、JIS A 1154 : 2012 (硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法) の規定に照らして、誤っているものはどれか。

- (1) コンクリート用コアドリルを用いてコアを採取する際、冷却には水道水を用いた。
- (2) コアからコンクリート切片を切り出す際、湿式コンクリートカッターを用いた。
- (3) 塩化物イオンの濃度の測定は、同一試料について2回行った。
- (4) 塩化物イオンの濃度の測定では、電位差滴定法を用いた。

## 問題 12

コアの塩化物イオン量の測定 (JIS A 1154) **誤っているもの**

- (1) コア採取時の冷却に水道水を用いる。 ○
- (2) コアからコンクリート片を切り出す際には乾式カッターとする 湿式カッターは誤り。 ×
- (3) 濃度測定時に同じ試料で2回測定 ○
- (4) 濃度測定に電位差滴定法を用いる。 ○

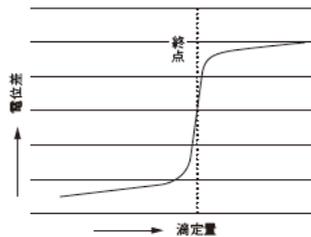
誤っているもの 正解 (2)

## 電位差滴定法

### ●電位差滴定装置の構成



### ●終点の決定



電位差滴定装置による測定状況  
(オートサンプラー付き)

### ●想定される塩化物イオン濃度および使用する硝酸銀溶液の濃度

想定される塩化物イオン濃度 (%)	硝酸銀溶液濃度 (mol/l)
0.2以上	0.1
0.02以上 1.0未満	0.01
0.5未満	0.005

## 【問題 13】

寒冷地のコンクリート構造物表面に発生したポップアウトの原因が、凍害であることを特定するための調査項目として、次の(1)～(4)のうち、最も有効なものはどれか。

- (1) 使用骨材の粗粒率
- (2) 使用骨材の吸水率
- (3) コンクリートの気泡間隔係数
- (4) コンクリートの弾性係数

## 問題 13

寒冷地のポップアウトが凍害であると特定するには・・

- (1) 使用骨材の粗粒率 ⇒ 骨材の粒度は無関係 ×
- (2) 使用骨材の吸水率 ⇒ 吸水率が大きいと生じる ○
- (3) コンクリートの気泡間隔係数  
⇒ 凍害に影響するがポップアウトは生じない。×
- (4) コンクリートの弾性係数 ⇒ 変形には無関係 ×

**最も有効なもの**      正解 (2)

## 骨材の粗粒率 吸水率

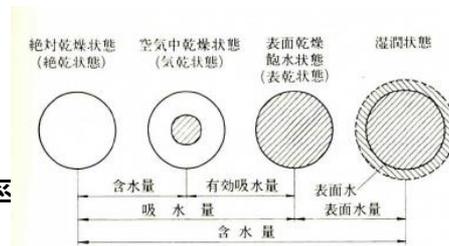
骨材の粗粒率とは、ふるい目の寸法が

40、20、10、5、2.5、1.2、0.6、0.3、0.15mm

に留まる質量百分率(%)を100で割った値

吸水率とは、

骨材が表面乾燥飽水状態  
のときの水量を、絶乾状態  
の質量で除した質量百分率



## 弾性係数

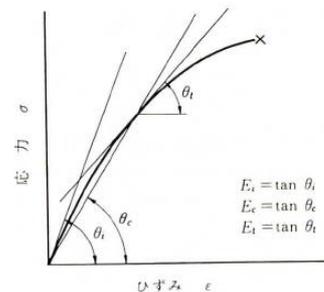
弾性係数とは、

荷重を作用した場合の応力( $\sigma$ )を変位率( $\varepsilon$ )で割った値

$$E = \sigma / \varepsilon \quad \text{バネ定数のようなもの}$$

弾塑性のコンクリートでは、

初期弾性係数( $E_i$ )、  
割線弾性係数( $E_c$ )、  
接線弾性係数( $E_t$ )  
が定義されている。



## 【問題 14】

下の(A)～(G)に示す写真で、コンクリート構造物の不同沈下の調査に使用する器具の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。



(A)



(D)



(F)



(G)



(B)



(E)



(C)

(1) (A)・(B)・(C)

(2) (C)・(D)・(E)

(3) (E)・(F)・(G)

(4) (A)・(D)・(G)

## 問題 14

不同沈下の測定 **最も適当なもの**

構造物の沈下測定に使用する道具

(B)メジャー (C)スタッフ (D)水準器 (E)下げふり

これら以外が含まれないもの

正解 (2)

## 【問題 15】

鉄筋コンクリート構造物より採取したコア供試体の圧縮強度試験に関する次の記述のうち、JISA 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、正しいものはどれか。

- (1) 採取するコア供試体の直径は、粗骨材の最大寸法の1.5倍とした。
- (2) コア供試体の高さは、2か所において測定し、その平均値とした。
- (3) コア供試体の端面とコアの軸とのなす角度が $91.0^\circ$ であったので、そのまま試験を行った。
- (4) コア供試体の高さとの比が1.80であったので、試験で得られた圧縮強度 $50.0 \text{ N/mm}^2$ に補正係数を乗じて、圧縮強度とした。

## 問題 15

コア供試体の圧縮試験方法(JIS A 1107) **正しいもの**

- (1) コア供試体の直径を粗骨材の最大寸法の3倍必要 ×
- (2) コア供試体の高さを2か所測定し、平均とした ×
- (3) コア端面の軸に対する角度 $91.0^\circ \Rightarrow 90 \pm 0.5^\circ$  ×
- (4) コア直径と高さの比が1.80で補正した ○  
1.90より小さいと補正が必要

正解 (4)

## 強度補正方法 JIS A 1107

(2) 高さの測定は、最大値と最小値を±1%以内の精度で測定し、その平均値とする。

(4) 1.90~2.10は補正無し

表 A 補正係数

高さ直径との比 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

(出典：JIS A 1107：2012)

### 【問題 16】

コンクリートの反発度の測定に関する次の記述のうち、JIS A 1155：2012(コンクリートの反発度の測定方法)の規定に照らして、誤っているものはどれか。

- (1) 環境温度が 35℃ の条件において、測定を行った。
- (2) 測定面に浮き水があったので、測定に先立ちこれを取り除いた。
- (3) 測定点の間隔を 40 mm とした。
- (4) 測定した値の偏差が平均値の 25 % であったので、測定値として採用した。

## 問題 16

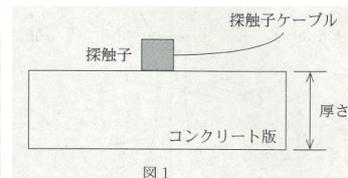
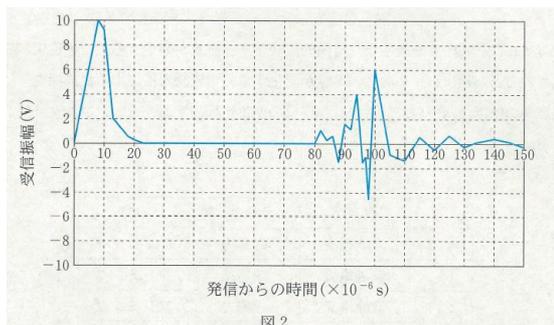
### コンクリートの反発度の測定方法(JIS A 1155)

- (1) 環境温度 $35^{\circ}\text{C}$ であった。  $\Rightarrow 0\sim 40^{\circ}\text{C}$  ○  
 (2) 測定面の水分を取り除いた。  $\Rightarrow$  付着物はふき取る○  
 (3) 測定間隔を 40mmとした。  $\Rightarrow 25\sim 50\text{mm}$  ○  
 (4) 測定値の偏差が25%で測定値として採用 ×  
 $\Rightarrow$  偏差が20%以上あれば代替値を採用

誤っているもの 正解 (4)

### 【問題 17】

コンクリート版の厚さを推定するために、探触子から発信させた超音波パルス波を用いて、図1のように測定したところ、図2のような波形が得られた。コンクリート版の厚さの推定値として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。ただし、コンクリート中の超音波伝播速度は、 $4.0\text{ km/s}$ とする。



- (1) 60 mm  
 (2) 160 mm  
 (3) 200 mm  
 (4) 320 mm

## 問題 17

超音波によるコンクリートの厚さ測定 **適当なもの**

伝播時間の差から計算

$$80 \times 10^{-6} \text{ 秒}$$

$$\text{超音波伝播速度 } 4000\text{m/s}$$

$$4,000 \times 80 \times 10^{-6} = 0.32\text{(m)}$$

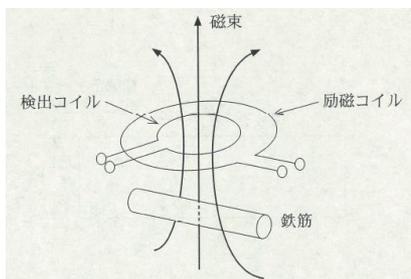
$$\text{版の厚さはその半分 } 160\text{mm}$$

正解 (2)

### 【問題 18】

下図は、電磁誘導法による鉄筋探査の概要を示している。この図に関する説明文中の(A)～(C)に当てはまる語句の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

励磁コイルに(A)を流すと、時間的に変化する磁束が発生する。この磁束が鉄筋の存在により乱されると、検出コイルの(B)が変化する。電磁誘導法による鉄筋探査では、(C)の電磁誘導の法則に基づいて、この(B)の変化を検出することで、コンクリート中の鉄筋を探査する。



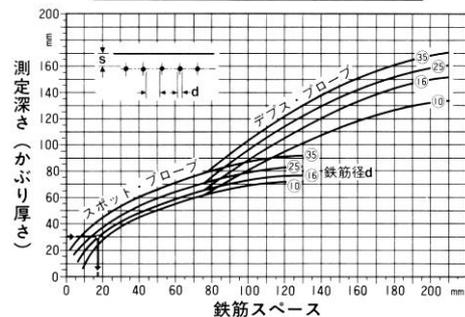
	(A)	(B)	(C)
(1)	交流電流	起電力	ファラデー
(2)	交流電流	誘電率	フレミング
(3)	直流電流	起電力	フレミング
(4)	直流電流	誘電率	ファラデー

## ■ 電磁誘導法

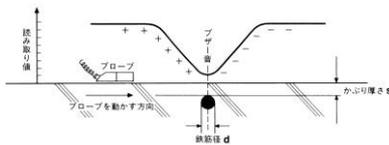


コンクリート表面に接触させるプローブに、**交流**を流し、磁界を作り、プローブを移動させることによる、磁界の変化により、鉄筋位置、径、かぶりを推定する。

### 測定可能最小鉄筋スペース



例：鉄筋径  $d$  が 16mm で、かぶり厚さ  $s$  が 30mm の場合、測定可能な最小鉄筋スペースは 17mm です。



## 問題 18

電磁誘導法による鉄筋探査 **適当なもの**

**交流電流** を流し、磁束を発生させる。

鉄筋の存在で、磁束が乱され検出コイルに**起電力**が生じる。

**ファラデー**の電磁誘導の法則

正解 (1)

## 【問題 19】

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のうち、不適当なものはどれか。

ただし、コンクリートにはナフタレン系の高性能 AE 減水剤が使用されていたことがわかっている。また、分析には受熱部分から採取したコンクリート片を粉碎後、ふるい分けにより得られた微粉を用いた。

- (1) 微粉を純水中で煮沸し、ろ過したろ液の紫外(UV)吸収スペクトルを測定してナフタレン系混和剤の有無を調べた。
- (2) 粉末 X 線回折(XRD)により、微粉中の  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の有無を調べた。
- (3) 熱重量分析(TG)により、微粉中の  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の有無を調べた。
- (4) 蛍光 X 線分析により、微粉の Ca/Si 比を測定した。

## 問題 19

火災を受けた受熱温度の推定 **不適当なもの**

- (1) UV吸収スペクトル 混和剤の分解温度から推定可 ○
- (2) 粉末X線回折 水酸化カルシウムの存在を確認 ○
- (3) 熱重量分析 水酸化カルシウムの存在から推定可 ○
- (4) 蛍光X線分析 Ca/Si から受熱温度は推定不能 ×

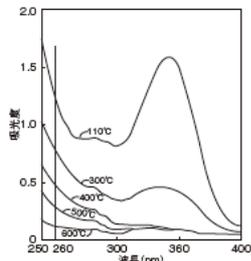
不適当なもの 正解 (4)

## UV吸収スペクトル法

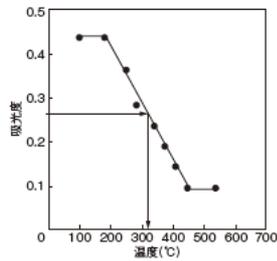


紫外可視近赤外分光光度計

●コンクリートのUVスペクトル測定例  
(加熱温度による吸光度の相違)



●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)

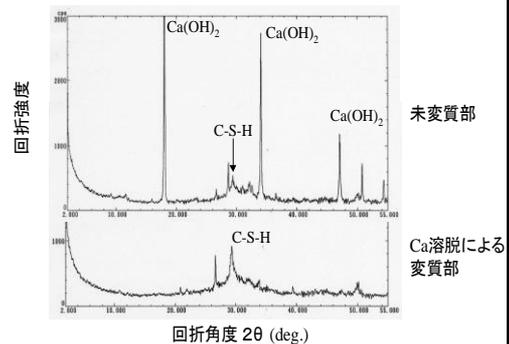


## X線回折分析装置 XRD (X-ray Diffractometer)

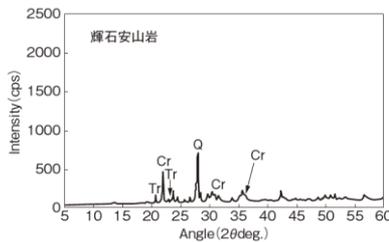
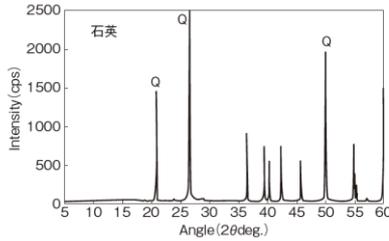
- ・高真空中で金属に熱電子を照射して、特性X線を発生させる。
- ・この特性X線を試料に照射して、試料の格子面で反射したX線の内、干渉によって振幅が大きくなった反射X線を検出する。
- ・回折角(2θ)を連続的に変えて、その時の反射X線の強度を測定することにより、X線回折図を作成する。
- ・得られた回折パターンから結晶物質を同定する。

### 適用例

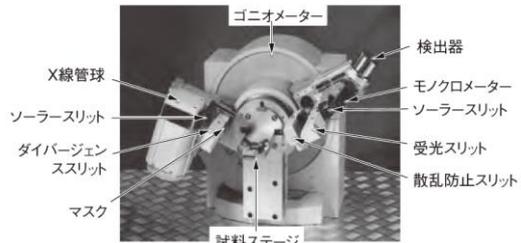
- ・セメント水和物、鉱物、粘土鉱物などの表面形態の観察
- ・元素分析による構成鉱物の特定



## X線粉末回折 (X-ray Diffraction, XRD)



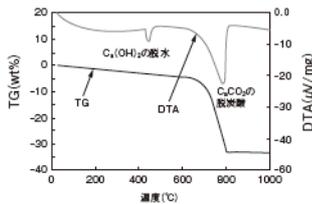
X線回折結果の一例：ともにSiO<sub>2</sub>を主成分とする石英(上図)と輝石安山岩(下図)の回折結果(XRDチャート)。石英では石英(Q)のみが確認されるのに対し、輝石安山岩では石英とともに、アルカシリカ反応性鉱物であるクリストバライト(Cr)やトリディマイト(Tr)が確認される



X線回折装置の例

## 示差熱重量分析

### ●セメントの熱分析結果の例

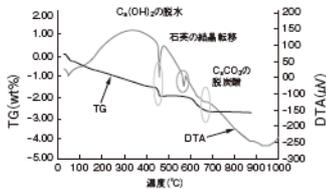


風化した普通ポルトランドセメントの示差熱重量分析結果の例：400℃付近から水酸化カルシウム(Ca(OH)<sub>2</sub>)の脱水による吸熱とわずかな重量減少が認められ、600℃を超えたあたりから炭酸カルシウムの脱炭酸とそれに伴う吸熱と重量減少が認められる。吸熱と重量減少の大きさから風化の程度を類推することができる



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



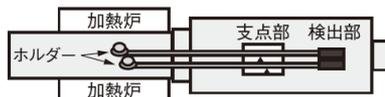
## 示差熱重量分析 (TG/DTA)

Thermo-Gravimetry/Differential Thermal Analysis

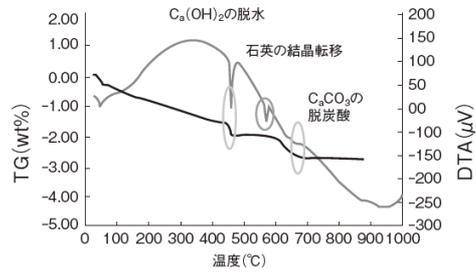


示差熱重量分析装置の例

### ●示差熱重量分析装置の概略図

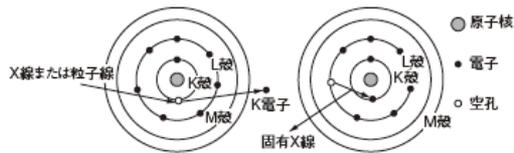


### ●コンクリートの熱分析結果の例

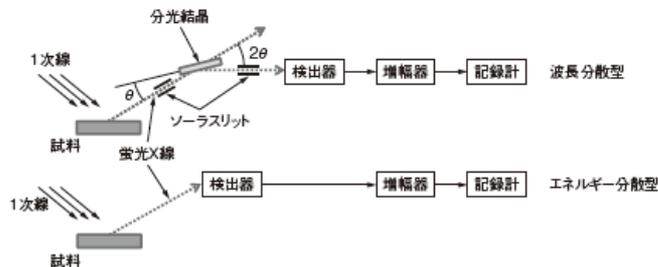


## 蛍光X線

### ●電子軌道と蛍光X線



### ●蛍光X線分析装置の概略図



## 【問題 20】

コンクリート構造物から採取した試料に対する分析項目および分析機器を示した次の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

	分析項目	分析機器
(1)	可溶性塩化物イオン量	粉末X線回折装置(XRD)
(2)	エトリンガイトの生成量	ブレーン空気透過装置
(3)	硫黄(S)元素の分布	電子線マイクロアナライザー(EPMA)
(4)	細孔径分布	偏光顕微鏡

## 問題 20

測定方法として **適当なもの**

- (1)可溶性塩化物イオン量は、粉末X線回折ではない ×  
⇒ 電位差滴定法かクロム酸銀吸光光度法による
- (2)エトリンガイトの生成量は、ブレーン空気透過装置ではない。 × ⇒ 粉末X線回折装置による
- (3)イオウ元素は、EPMAで測定可能 ⇒ ○
- (4)細孔径分布は、偏光顕微鏡ではない ×  
⇒ 水銀圧入法で測定する
- 適当なもの 正解 (3)**

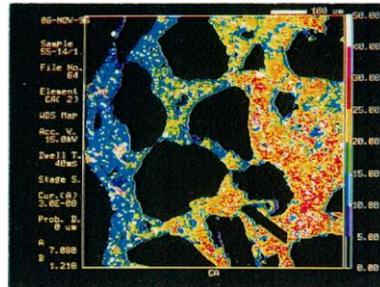
## 電子線マイクロアナライザー

### EPMA (Electron Probe Micro Analyzer)

- ・電子顕微鏡観察を行いながら、微小領域の元素分析を行う。
- ・加速電子が試料に衝突した時に、二次的に放射される特性X線を検出し、試料の元素分析を定性的、定量的に分析する。
- ・面分析による元素濃度分布

#### 応用例

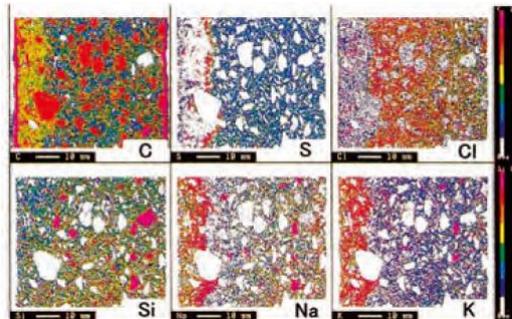
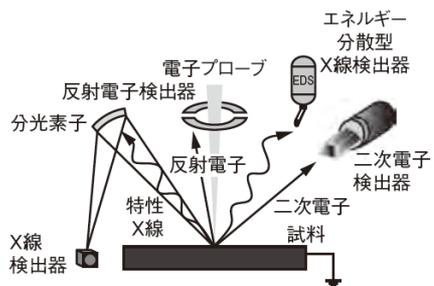
- ・セメント水和組織の元素成分の変化
- ・塩分浸透、カルシウム溶脱などのコンクリート劣化機構の解明



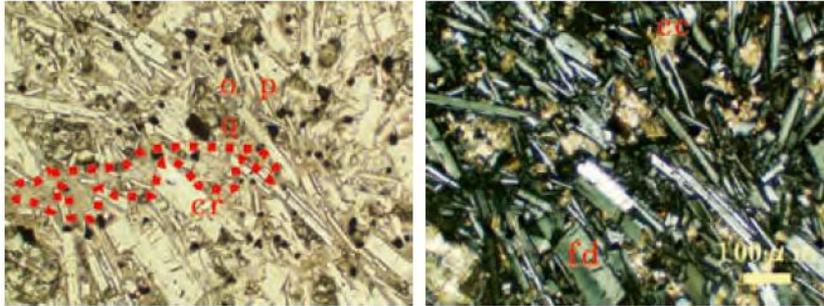
- ・骨材とセメントペースト界面部のCa濃度の低下が認められる。

## 電子線マイクロアナライザー

(Electron Probe Micro Analyzer, EPMA)



## 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

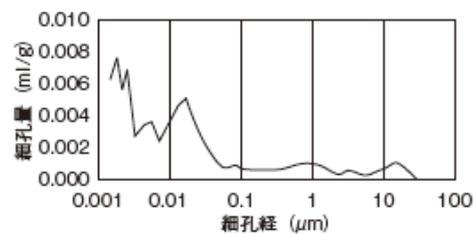
## 細孔径分布の測定

多孔体に水銀を圧入させることにより、その内部の空隙の大きさの分布や量を測定する装置。水銀の表面張力が大きいことを利用して細孔に水銀を浸入させるために圧力を加え、圧力と圧入された水銀量から比表面積や細孔径分布を求めることができる。



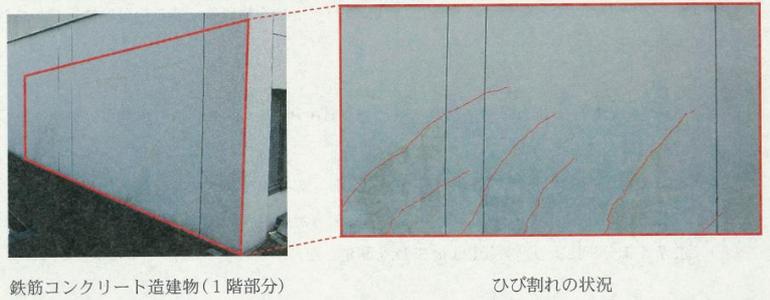
水銀圧入式ポロシメーター

●細孔径分布曲線の例



## 【問題 21】

鉄筋コンクリート造建物の壁面において、写真に示すようなひび割れが確認された。このひび割れの原因として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。

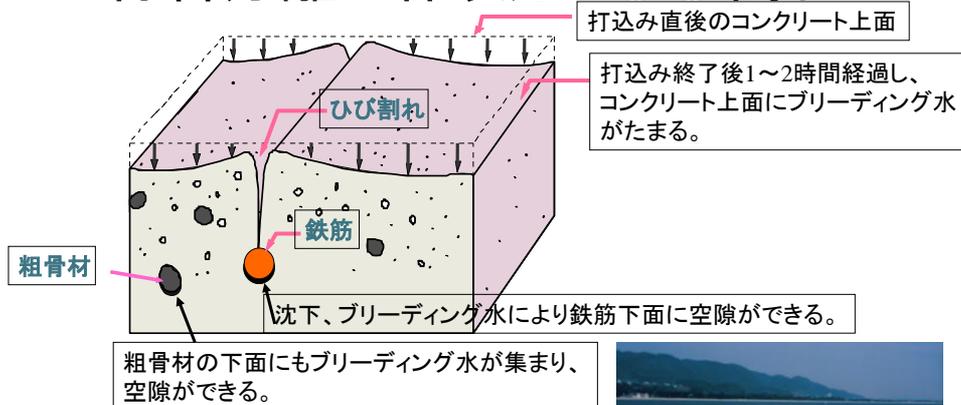


鉄筋コンクリート造建物(1階部分)

ひび割れの状況

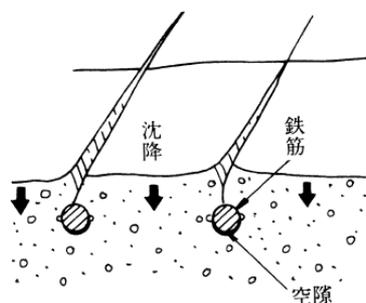
- (1) 打込み時のコンクリートの沈降
- (2) 不同沈下
- (3) 打重ね部の締固め不足
- (4) 水和熱による温度応力

## 材料分離に伴う沈下ひび割れ

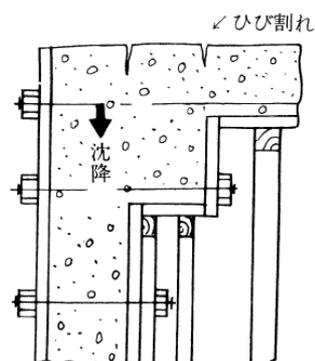


日経コンストラクション  
「コンクリート名人養成講座」より

## はり下で一旦止める理由 (沈下ひび割れの防止)



(a) 鉄筋に沿って生ずる場合



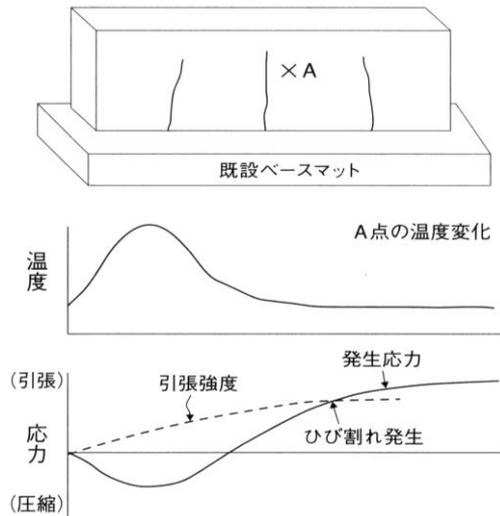
(b) 断面の変わる場所に生ずる場合

## コールドジョイントの発生

- ◆連続した打込みができないと発生
- ◆締固め不良の場合
- ◆スランプの低下など



## 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

### 問題 21

斜めに生じるひび割れの多くはせん断ひび割れ

- (1) 打込み時の沈降 ⇒ 水平が多い
- (2) 不同沈下による可能性が大 ○
- (3) 打ち重ね部分の締固め不足 ⇒ 水平に近い連続線
- (4) 水和熱による温度応力  
⇒ 拘束の方向に直角方向のひび割れ

最も適当なもの 正解 (2)

## 【問題 22】

建設後 20 年を経過したコンクリート打放し仕上げの外壁について、中性化深さを調査したところ、平均値 22 mm、標準偏差 9 mm となった。

この外壁のかぶり(厚さ)は 40 mm であるとして、建設後 40 年経過後に、中性化深さがかぶり(厚さ)を超える確率として、次の(1)～(4)のうち適当なものはどれか。

なお、中性化深さの分布は正規分布と見なしてよい。また、計算に当たっては、以下の標準正規分布表を用いてよい。ただし、中性化の進行は $\sqrt{t}$  則に従うものとし、今後、環境条件、中性化深さの変動係数は変化しないものとする。

- (1) 約 16 %  
 (2) 約 24 %  
 (3) 約 32 %  
 (4) 約 48 %

標準正規分布表

z	面積 S
0.0	0.000
0.1	0.040
0.2	0.079
0.3	0.118
0.4	0.155
0.5	0.191
0.6	0.226
0.7	0.258
0.8	0.288
0.9	0.316
1.0	0.341
1.1	0.364
1.2	0.385
1.3	0.403
1.4	0.419
1.5	0.433
1.6	0.445
1.7	0.455
1.8	0.464
1.9	0.471
2.0	0.477

標準正規分布(平均値が 0、標準偏差が 1 の正規分布)

## 問題 22

建設後20年経過の中性化深さ **適当なもの**

中性化深さ 22mm 標準偏差 9mm かぶり厚さ 40mm

$$22 = A\sqrt{20} \quad \text{標準偏差 } 9 = B\sqrt{20}$$

$$40\text{年後 } X = A\sqrt{40} \quad X = 22\sqrt{40} / \sqrt{20} = 31.1$$

$$y = B\sqrt{40} \quad y = 9\sqrt{40} / \sqrt{20} = 12.7$$

かぶり厚さを超える確率  $z$

$$z = (40 - 31.1) \div 12.7 = 0.7 \quad \text{面積 } S = 0.258$$

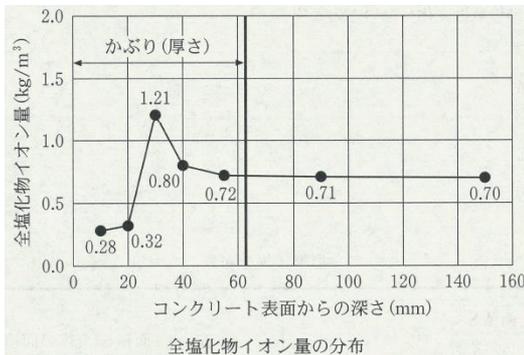
$$0.5 - 0.258 = 0.242 \quad 40\text{mmを超える確率 } 24\%$$

正解 (2)

## 【問題 23】

竣工後45年を経過した鉄筋コンクリート製橋脚においてコアを採取し、全塩化物イオン量を測定したところ、下図のような結果が得られた。この図から推定される事項に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

なお、使用されたセメントは普通ポルトランドセメントであり、コンクリートの圧縮強度は、設計基準強度  $24 \text{ N/mm}^2$  を満足していた。



- (1) 中性化深さはかぶり(厚さ)よりも大きい。  
 (2) 除塩不足の海砂が使用されていた。  
 (3) 外部からの塩分の供給はない。  
 (4) 鋼材腐食は生じていない。

## 問題 23

竣工後45年経過のRC橋脚 全塩化物イオン量の測定

最も不適当なもの

- (1) 中性化深さはかぶり厚さより大きい ×  
 (2) 除塩不足の海砂が使われている。 ○  
 (3) 外部からの塩分の供給はない ○  
 ⇒ 塩分濃縮が生じて、塩化物イオンの量が移動。  
 (4) 鋼材の腐食は生じていない。 ○

不適当なもの 正解 (1)

## 見掛けの拡散方程式 フィックの第2法則

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

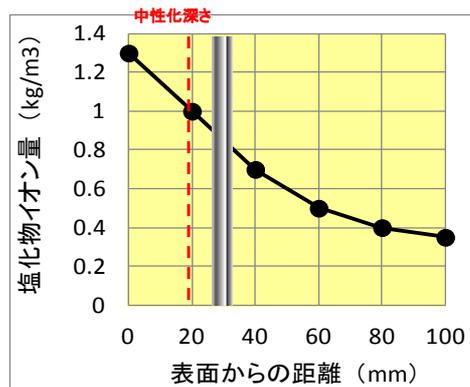
ここに、 $C(x,t)$  : 深さ $x$  (cm) 地点の経過時間 $t$  (年)における塩化物イオン濃度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$C_i$  : 初期混入塩化物イオン濃度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$C_0$  : 表面における塩化物イオン濃度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$D$  : 塩化物イオンの見かけの拡散係数( $\text{cm}^2/\text{年}$ )

$\operatorname{erf}$  : 誤差関数

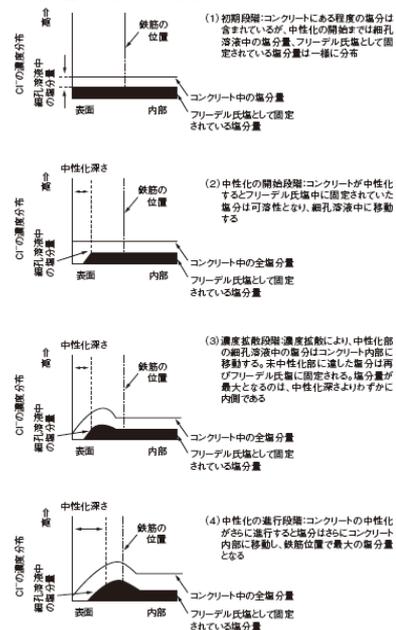


## 塩分濃縮の現象

- ① 塩化物イオンが、フリーデル氏塩として固定化される。
- ② 中性化すると固定化されていた塩分が可溶性となり、細孔溶液中に移動する。
- ③ 未中性化域で、フリーデル氏塩は再度固定化される。
- ④ 中性化が進むと、塩分は内部に移動する。

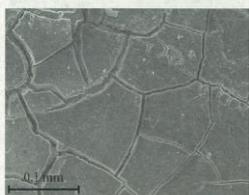
この現象が塩分濃縮という。

### ●中性化に伴う塩化物イオンの濃縮現象

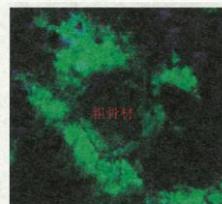


## 【問題 24】

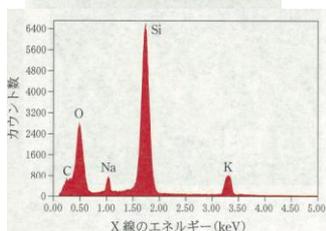
コンクリート構造物のアルカリシリカ反応による劣化の診断においては、アルカリシリカゲルの有無を把握することが有効である。次の(1)～(4)のうちアルカリシリカゲルの観察または分析結果でないものはどれか。



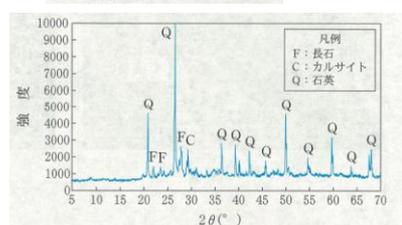
(1) 電子顕微鏡(SEM)による観察結果



(3) 酢酸ウラニル蛍光法による観察結果



(2) エネルギー分散型X線装置(EDS)による組成分析結果



(4) 粉末X線回折(XRD)による分析結果

## ■エネルギー分散型検出装置

### EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)

電子顕微鏡観察を行いながら、微小領域の元素分析を定性的、定量的に分析する。

#### 適用例

- ・元素分析による構成鉱物の特定



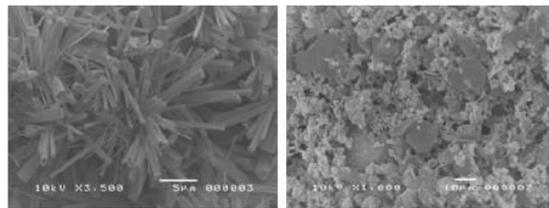
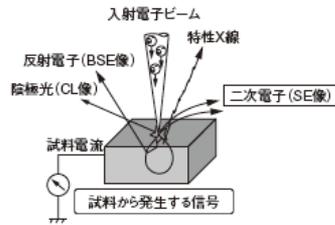
## SEM/EDX装置

## 走査型電子顕微鏡(SEM)



走査型電子顕微鏡の例

### ●走査型電子顕微鏡の測定原理



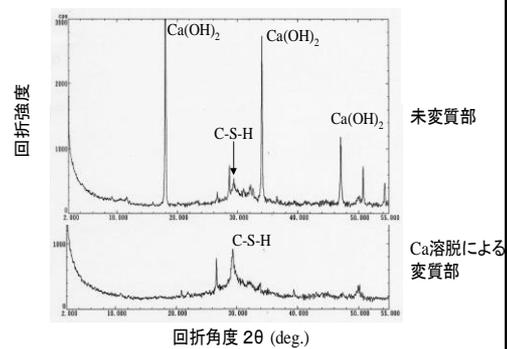
セメント水和物のSEM写真の例。左はエトリンガイト、右はモノサルフェート

## X線回折分析装置 XRD (X-ray Diffractometer)

- ・高真空中で金属に熱電子を照射して、特性X線を発生させる。
- ・この特性X線を試料に照射して、試料の格子面で反射したX線の内、干渉によって振幅が大きくなった反射X線を検出する。
- ・回折角(2θ)を連続的に変えて、その時の反射X線の強度を測定することにより、X線回折図を作成する。
- ・得られた回折パターンから結晶物質を同定する。

### 適用例

- ・セメント水和物、鉱物、粘土鉱物などの表面形態の観察
- ・元素分析による構成鉱物の特定



## 問題 24

### ASRゲルの観察・分析結果として不適當

#### ASRの観察

- (1) 電子顕微鏡(SEM) アルカリシリカゲルの確認 ○
- (2) 酢酸ウラニル蛍光法 アルカリシリカゲルの確認 ○

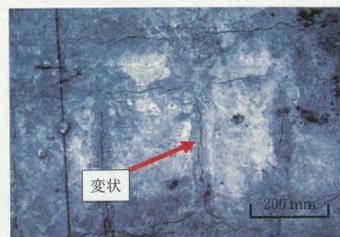
#### ASRの組成分析

- (3) エネルギー分散型X線装置(EDS・EDX)  
シリカのアルカリ(Na, K)の測定をしているので、○
- (4) 粉末X線回折による調査では、石英、長石、カルサイトの  
分析しても判定できない。 ×

正解 (4)

### 【問題 25】

鉄筋コンクリート構造物に生じた次の写真(1)～(4)に示される変状のうち、主たる原因が初期凍害であると考えられるものはどれか。



(1) スラブ上面



(2) 柱



(3) 住宅基礎立上り



(4) 外壁

## 問題 25

写真の変状原因が**初期凍害**であると考えられるもの

初期凍害とは、若材齢時に生じる凍害

- (1) スラブ上面の沈下ひび割れ ×
- (2) 窓のコーナーに生じた乾燥収縮ひび割れ ×
- (3) 壁に生じた不具合 ⇒ 可能性あり
- (4) 壁に生じたポップアウト 不良骨材の影響? ×

正解 (3)

### 【問題 26】

積雪寒冷地の内陸部に位置する道路橋の鉄筋コンクリート製壁式橋脚において、南側の隅角部に写真Aに示すひび割れおよび剥落の変状が認められた。写真Bに示すように北側の隅角部では同様の変状は認められなかった。このように同一橋脚の南北で差が生じた原因に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も適当なものはどれか。なお、橋梁上部工および付属物からの漏水はない。



写真A



写真B

- (1) 融雪水に含まれる塩化物イオン量の違い
- (2) 雨水の供給量の違い
- (3) コンクリート表面の最低温度の違い
- (4) コンクリート表面が受ける日射量の違い

## 問題 26

積雪寒冷地 内陸部の道路橋 **最も適当なもの**

A: 南側の隅角部の写真に示すひび割れと剥落

B: 北側隅角部にはない。 南北で差が生じた理由

- (1) 融雪に含まれる塩化物イオン量の違い ×  
 (2) 雨水の影響の違い ×  
 (3) コンクリート表面の最低温度の差 ×  
 (4) コンクリート表面の日照量の差 ○

凍結融解の繰り返しの影響 正解 (4)

### 【問題 27】

供用開始後 18 年が経過した鉄筋コンクリート製橋脚の表面に下の写真のような変状が認められた。写真における①および②の位置にてコアを採取し、その割裂面にフェノールフタレイン溶液を噴霧して中性化深さを測定するとともに、このコアの示差熱重量分析を実施した。下の表 1 および表 2 はこれらの試験結果とこの橋脚の供用環境をまとめたものである。この橋脚の診断に関する次の (A) および (B) の記述の正誤の組合せのうち、適当なものはどれか。



写真 橋脚の全景とコア採取位置およびコア試料の表面の状況

表 1 中性化深さと示差熱重量分析の結果

コアの採取位置	中性化深さ	示差熱重量分析の結果(質量%)		
		試料の分析位置	Ca(OH) <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>
①	15 mm	中性化領域	—	12.5
		未中性化領域	1.60	1.17
②	18 mm	中性化領域	—	0.32
		未中性化領域	1.68	1.08

※中性化深さは建設時のコンクリート表面から未中性化領域までの深さを示す。

表 2 供用環境

河川水の流速	平均流速 1.0 m/sec, 洪水時の最大流速 3.2 m/sec
河川水の pH	常時 3.0 未満

(A) ②の部位の中性化の主な原因は河川水に含まれる酸である。

(B) ②の部位の骨材露出の主な原因はキャピテーションである。

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

## 問題 27

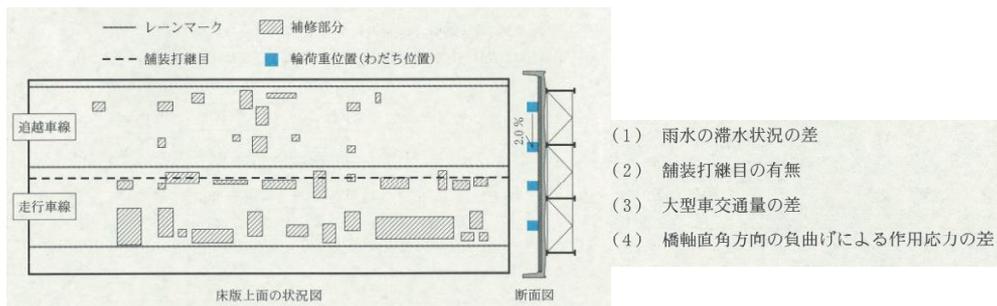
供用後18年経過のRC橋脚の表面に変状 適当なもの  
 コア採取し、フェノールフタレイン溶液で中性化深さ測定  
 コアの示差熱重量分析をした結果の評価について

- (A) ②炭酸カルシウムの量が少ないので、  
 二酸化炭素ではなく、河川水の酸の影響 ⇒ 正
- (B) ②キャビテーションは、流速から考えられない。 ⇒ 誤

正解 (3)

### 【問題 28】

以下の図は、片側2車線の道路橋RC床版におけるコンクリート上面に生じた変状に対する補修位置を示したものである。図に示すとおり追越車線に比べて走行車線の劣化の進行が速かった原因に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。なお、当該床版には防水工が施工されていない。



## 問題 28

道路橋RC床版の上面の変状 **不適當なもの**

- (1) 雨水の滞水状態の差 ⇒ 可能性あり
- (2) 舗装打継目の有無 ⇒ 可能性あり
- (3) 大型車両交通量の差 ⇒ 可能性あり
- (4) 橋軸直角方向の負曲げによる作用応力の差  
⇒ 負曲げで生じる箇所に損傷が少ない。 ×

不適當なもの 正解 (4)

### 【問題 29】

火災を受けた鉄筋コンクリート造集合住宅を調査したところ、写真に示すように鉄筋コンクリート造スラブ(厚さ 200 mm)に、すすが付着していた。このスラブ部分の目視による診断に関する次の(A)～(C)の記述の正誤の組合せとして、適當なものはどれか。



- (A) 火災により中性化が生じている。
- (B) 鉄筋の降伏強度は火災前の 50 % 以下となっている。
- (C) コンクリートの圧縮強度は火災前の 50 % 以下となっている。

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

## 問題 29

火災を受けたRC造集合住宅 **正誤の組合せで適当なもの**

すずが付着している受熱温度は300°C未満

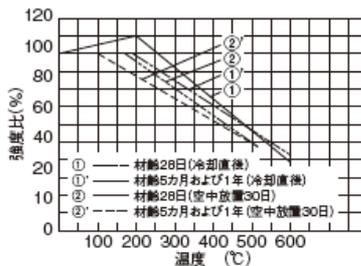
- (A)火災により中性化が進行 500°C程度で中性化 ×  
 (B)鉄筋の降伏強度が火災前の50% ⇒ 以上ある ×  
 (C)コンクリートの圧縮強度は火災前の50% 以上ある×  
 500°C程度であれば鉄筋の強度は回復  
 300°C程度ではコンクリート強度は50%以下にならない。

全て誤り 正解 (4)

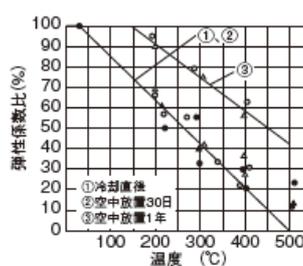
## 火災を受けたコンクリートの性能

●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]



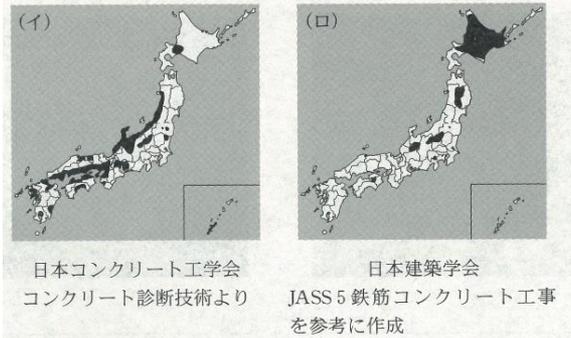
(参考文献:日本コンクリート工学会「コンクリート便覧」)

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

500°C  
 ↑ 再使用可  
 ↓ 再使用不可

## 【問題 30】

以下の図(イ)および(ロ)の黒く着色された地域と、その説明(A)～(D)の組合せについて、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



	図(イ)の説明	図(ロ)の説明
(1)	(C)	(B)
(2)	(B)	(D)
(3)	(A)	(B)
(4)	(C)	(A)

- (A) 塩害の影響が大きいと報告されている地域  
 (B) 凍害の危険度が大きいと報告されている地域  
 (C) ASR による構造物の劣化事例が多く報告されている地域  
 (D) 化学的侵食(酸性泉)による構造物の劣化事例が多く報告されている地域

## 問題 30

地図の黒色部分の説明 **組み合わせで適当なもの**

(イ)の地図 (ロ)の地図

- (A) 塩害が多い地域 ×  
 (B) 凍害の危険度の高い地域 (ロ)  
 (C) ASRの劣化事例が多い地域 (イ)  
 (D) 化学的侵食が多い地域 ×

(イ)は(C) (ロ)は(B) 正解 (1)

## 【問題 31】

補修材料(塗料, 防水材, 接着剤など)に含まれる化学物質により, 人体に健康被害が生じるおそれがある。

次の(1)~(4)に示す化学物質のうち, 建築基準法施行令第二十条の五(居室内において衛生上の支障を生ずるおそれがある物質)に定められる物質はどれか。

- (1) アセトン
- (2) ホルムアルデヒド
- (3) スチレン
- (4) エタノール

## 問題 31

補修材料に含まれる化学物質で人体に影響があるもの  
建築基準法施行令第20条 (居室内において衛生上の  
支障を生じる恐れのあるもの)

- (1)アセトン
- (2)ホルムアルデヒド
- (3)スチレン
- (4)エタノール

正解 (2)

## 【問題 32】

写真(A)～(D)に示すコンクリート構造物の変状に対して、以下のように対策の目的が設定されている。それぞれの変状に対して選定する主な工法として、次のうち最も適当なものはどれか。



(A)	変状	RC張出床版に発生した曲げひび割れ
	対策の目的	漏水の防止



(B)	変状	RC床版の疲労によるひび割れ
	対策の目的	ひび割れの進展防止



(C)	変状	PC桁の塩害による断面欠損
	対策の目的	耐荷力の向上



(D)	変状	PC桁の塩害による鉄筋腐食
	対策の目的	鉄筋腐食の停止

	写 真	主な工法
(1)	(A)	床版下面の表面被覆工法
(2)	(B)	ひび割れ注入工法
(3)	(C)	断面修復工法
(4)	(D)	電気防食工法

## 問題 32

コンクリート構造物の変状と対策 **最も適当なもの**

(A) 床版の曲げひび割れ 漏水の防止

⇒床版下面の表面被覆工法は不適當 ×

(B) 疲労によるひび割れ 進展防止 ⇒ひび割れ注入 ×

(C) 塩害の断面欠損 耐荷力向上 ⇒断面修復では ×

(D) PC桁塩害による鉄筋腐食 腐食の停止 ⇒電気防食

正解 (4)

## 【問題 33】

鉄筋コンクリート構造物の中性化による劣化への対策に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) ウレタン系表面被覆材を被覆して中性化の進行を抑制することとした。
- (2) シラン系の含浸材を塗布して中性化の進行を抑制することとした。
- (3) 鉄筋位置まで中性化が進行していたので、電気防食により鉄筋腐食の進行を抑制することとした。
- (4) 再アルカリ化工法を適用し、中性化したコンクリートのアルカリ性を回復することとした。

## 問題 33

中性化による劣化対策 **最も不適当なもの**

- (1)ウレタン系表面被覆材
- (2)シラン系含浸材 ⇒ 中性化抑制にはならない。 ×
- (3)鉄筋腐食のため電気防食により腐食進行を防止
- (4)再アルカリ化工法

正解 (2)

## 【問題 34】

北陸地方にある道路橋の鉄筋コンクリート橋脚において、下の写真の破線で囲んだ部分の変状の進行を抑制する対策を行うこととした。次の(1)～(4)に示す対策のうち、最も適当なものはどれか。



- (1) ポリウレタン樹脂系被覆材による表面の被覆
- (2) けい酸ナトリウムを主成分とする含浸材による表面への含浸
- (3) 流電陽極方式による電気防食
- (4) 炭酸カリウムを電解液とする再アルカリ化

## 問題(34) 2019年度に再掲

### ◆ RC橋脚の変状の抑制対策 **最も適当なもの**

北陸地方の道路橋 RC橋脚にASR

対策工

- (1) ポリウレア樹脂系被膜 防水効果
- (2) 珪酸ナトリウム アルカリ付与 ×
- (3) 電気防食 塩害ではない ×
- (4) 再アルカリ化 中性化ではない ×

## 【問題 35】

硫酸により劣化した下水処理槽のコンクリート面を超高圧水で除去し、ポリマーセメントモルタルで断面修復することとした。断面修復工事の施工計画に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 除去する劣化部の深さと範囲は、茶褐色に変色した層(Fe層)を目安として決める。
- (2) 劣化部の除去の確認は、フェノールフタレインによる呈色の有無で行う。
- (3) 断面修復材の厚さ管理は、施工中のモルタル層に検診針を挿入して実施する。
- (4) 断面修復材の圧縮強度の管理は、リバウンドハンマーで行う。

## 問題 35

## 下水道処理施設の硫酸による劣化対策

断面修復工法として、**不適当なもの**

- (1) 除去する劣化部は、茶褐色に変色した層を目安 ○
- (2) 劣化部はフェノールフタレイン溶液で判断 ○
- (3) 断面修復層の厚さは検診針により測定 ○
- (4) 断面修復層の圧縮強度はリバウンドハンマーで測定  
⇒ 既設コンクリートの状態で変化するので ×

不適当なもの 正解 (4)

## 【問題 36】

疲労により劣化した道路橋 RC 床版に対する補修・補強対策の目的と工法に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

	ひび割れの開閉を抑制	曲げ剛性を増加	せん断剛性を増加
(1)	鋼繊維補強コンクリートによる上面増厚工法	床版下面へのFRP接着工法	モルタル吹付けによる下面増厚工法
(2)	床版下面へのFRP接着工法	モルタル吹付けによる下面増厚工法	鋼繊維補強コンクリートによる上面増厚工法
(3)	モルタル吹付けによる下面増厚工法	鋼繊維補強コンクリートによる上面増厚工法	床版下面へのFRP接着工法
(4)	鋼繊維補強コンクリートによる上面増厚工法	モルタル吹付けによる下面増厚工法	床版下面へのFRP接着工法

## 問題 36

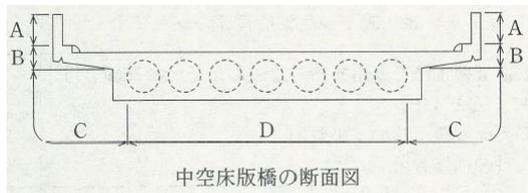
## 疲労劣化した道路橋RC床版の補修・補強対策

- (1) 鋼繊維補強工法の上面補強は、押し抜き対策 ×  
 (2) 適当な記述  
 (3) 鋼繊維補強工法の上面補強は、押し抜き対策 ×  
 (4) 鋼繊維補強工法の上面補強は、押し抜き対策 ×

**適当なもの** 正解 (2)

## 【問題 37】

鉄道をまたぐ鉄筋コンクリート中空床版橋において、鉄道をまたぐ部分の第三者影響度の低減を目的としてコンクリート片剥落防止対策を計画している。最も剥落が生じやすく、優先して対策を実施すべき範囲として適当な部分は、次の断面図のA～Dのうちどれか。なお、本構造物は現状において第三者に影響を与える変状は生じていない。



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

## 問題 37

## RC中空床版橋の剥落防止対策

断面図A～Dのどの位置が最も剥落が生じやすい箇所

剥落しやすい箇所は、水の影響を受ける箇所

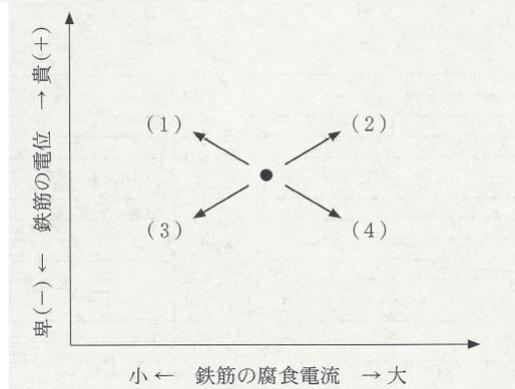
A と B のどちらかという、Bの可能性が高い。

正解 (2)

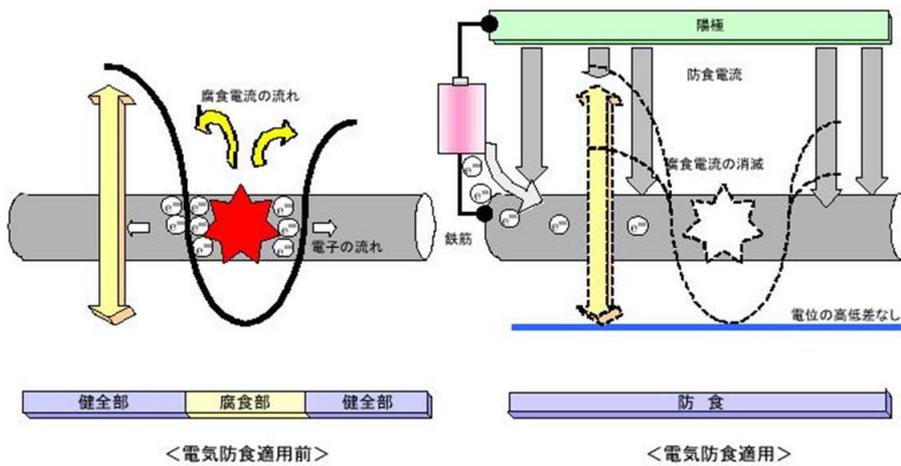
## 【問題 38】

鉄筋コンクリート構造物に電気防食工法を実施した。下図中の黒丸(●)は電気防食工法を実施する直前の鉄筋の自然電位と腐食電流を示している。

通电による鉄筋の電位と腐食電流の変化の方向として(1)～(4)の矢印のうち、適当なものはどれか。



## 電気防食の原理



## 問題 38

### RC構造物の電気防食工法

鉄筋の自然電位と腐食電流の変化を示す。

電気防食工法では、コンクリート中の鉄筋を陰極として

電位を強制的に下げ、鉄筋表面の電位差を解消する。

鉄筋の電位は卑に移行し、腐食電流は小さくなる。

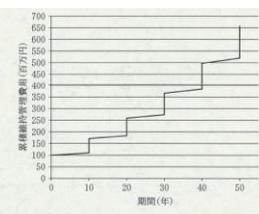
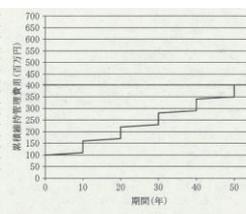
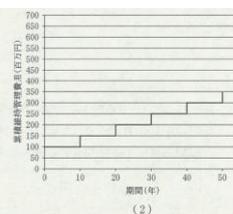
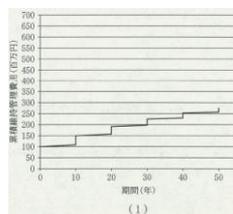
適当なもの 正解 (3)

### 【問題 39】

塩害環境下に建設した鉄筋コンクリート構造物に対して、予防保全を前提として表に示す維持管理のシナリオを設定した。建設後50年間の維持管理費用の推移を示した次の(1)～(4)の図のうち、適当なものはどれか。ただし、維持管理費用には建設時の表面被覆工法の工事費用も含む。

表 設定した維持管理のシナリオ

建設時に表面被覆工法を適用することとし、その補修頻度は10年ごとに1回とする。	
建設時の表面被覆工法の工事費用 1回あたりの補修費用	100百万円 50百万円
毎年点検を実施することとする。	
年間の点検費用	1百万円
社会的割引率	2.0%



## 問題 39

塩害環境下のRC構造物の予防保全

建設後50年間に維持管理費

現在価値にすると、断面修復工は100百万円

$t$ 年後の表面被覆工費は、 $50/(1+0.02)^t$  百万円

よって、50百万円より小さくなる。

(2) 点検費用が計上されていない。 ×

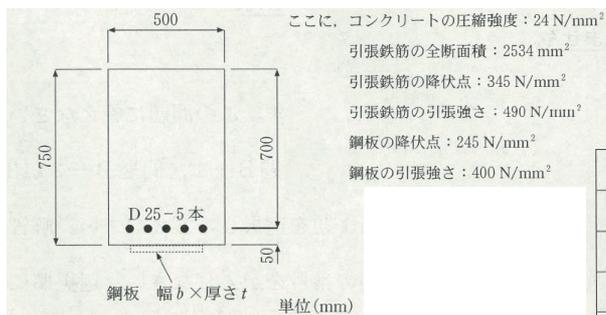
(3) 社会的割引率が考慮されていない。 ×

**適当なもの** 正解 (1)

### 【問題 40】

図に示す断面を有する鉄筋コンクリート梁の下面に鋼板を接着し、補強後の曲げ耐力を補強前の1.5倍に増加させることとした。鋼板の断面寸法として次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

ただし、断面の圧縮縁からコンクリート圧縮合力までの距離および圧縮縁から鋼材引張合力までの距離は、いずれも補強の前後で変化しないものとする。曲げ破壊時には鋼材が降伏するものとする。



	幅 $b$ (mm)	厚さ $t$ (mm)
(1)	65	3.0
(2)	100	3.0
(3)	250	4.5
(4)	400	4.5

## 問題 40

RC梁の下面に鋼板接着して補強する際の鋼板厚さ  
曲げ耐力を1.5倍にする

補強前の曲げ耐力  $A_s \cdot f_{sy} \cdot z$

補強後の曲げ耐力  $A_s \cdot f_{sy} \cdot z + b \cdot t \cdot f_{spx} \cdot z$

$$A_s \cdot f_{sy} \cdot z + b \cdot t \cdot f_{spx} \cdot z = 1.5 A_s \cdot f_{sy} \cdot z$$

$$b \cdot t = 0.5 A_s \cdot f_{sy} \cdot z / f_{spx} \cdot z = 0.5 \times 2534 \times 345 / 245 \\ = 1784 \div 1800$$

適当なもの

正解 (4)