

# 2025年度 コンクリート診断士試験解説

十河 茂幸

(1～5、11～14、19～22、27～30、32、39～40)

江良 和徳

(6～10、15～18、23～26、31、33～38)

## 問題(1)の解説

正解は、(3)

目地材が乾燥していると吸水する。木製型枠(せき板)は湿潤状態にしておくことが基本。

木材からのリグニンがセメントの水和反応を阻害し、不硬の原因となったと考えられる。

### 【問題 1】

RC壁のひび割れ誘発目地材として木材を使用したとき、目地部周辺に写真に示すような変状が認められた。写真の変状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。

写真の変状は、目地に使用した木材が( A )状態の場合、目地材周辺のコンクリートの( B )することで生じやすい。また、目地の木材から溶出した( C )が水和反応を阻害することで、表層が脆弱化する事例もある。なお、この原因により補修が必要と判断される場合には、脆弱部分をはつり、ポリマーセメントモルタルにより補修することが多い。

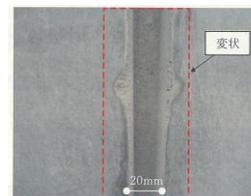


写真 ひび割れ誘発目地周辺に生じた変状

	(A)	(B)	(C)
(1)	乾燥	水分を吸収	セルロース
(2)	湿潤	乾燥収縮を促進	セルロース
(3)	乾燥	水分を吸収	リグニン
(4)	湿潤	乾燥収縮を促進	リグニン

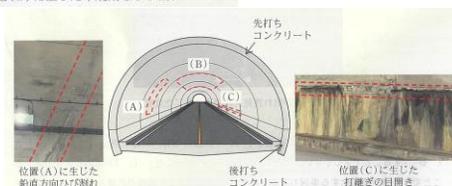
### 【問題 2】

供用開始後40年が経過した道路トンネル内の覆工コンクリートにおいて、下図に示す位置(A)～(C)に写真に示すような変状が発生した。位置(A)～(C)に生じた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。



位置(B)に生じた不規則なひび割れ

	(A)	(B)	(C)
(1)	乾燥収縮	締固め不足	ブリーディングによるコンクリートの沈下
(2)	乾燥収縮	アルカリシリカ反応	水和熱による温度応力
(3)	地山の変形	締固め不足	水和熱による温度応力
(4)	地山の変形	アルカリシリカ反応	ブリーディングによるコンクリートの沈下



位置(A)に生じた鉛直方向ひび割れ

後打ちコンクリート

位置(C)に生じた打離れの目開き

図 変状の発生位置

## 問題(2)の解説

正解は、(1)

(A)は、乾燥収縮より温度ひび割れと考えられるが、  
選択しから、乾燥収縮を選択

(B)は、天端付近で、締固めをしにくい箇所であり、  
締固め不足と考えられる。

(C)は、水平の変状で、温度ひび割れではない。  
ブリーディングが原因と考えられる。

### 【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)の適・不適の組合せのうち、適当なものはどれか。

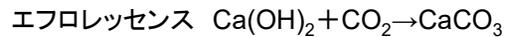


写真	変状の説明	(A)	(B)	(C)
(A)	目地部に生じた炭酸カルシウムを主成分とする白色析出物	(1)	適	適
(B)	藻類の死骸に起因する外壁の変色	(2)	適	適
(C)	鉄分を有する骨材に起因するポップアウト	(3)	適	不適
		(4)	不適	不適

## 問題 3 の解説 2014年度の再掲

変状とその説明 適・不適の組み合わせ

(1)炭酸カルシウムのつらら 適



(2)藻類の死骸に起因する変色 ⇒ カビの一種 適

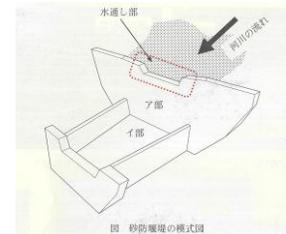
(3)鉄分を含む骨材によるポップアウト ⇒ 錆が主因 適

どれも適当 正解(1)

### 【問題 4】

砂防堰堤のすりへり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。

砂防堰堤のすりへりには、(A)の流下が大きく影響している。すりへりは、図中の水通し部と(B)で生じやすく、(B)でのすりへりには、(C)の影響が大きい。水通し部では、すりへりを抑制するために、他の部位より(D)コンクリートを用いるなどの対策が行われる。



	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	水	ア部	キャビテーション	強度が高い
(2)	水	イ部	衝撃	弾性係数が小さい
(3)	土砂	イ部	衝撃	強度が高い
(4)	土砂	ア部	キャビテーション	弾性係数が小さい

### 問題(4)の解説

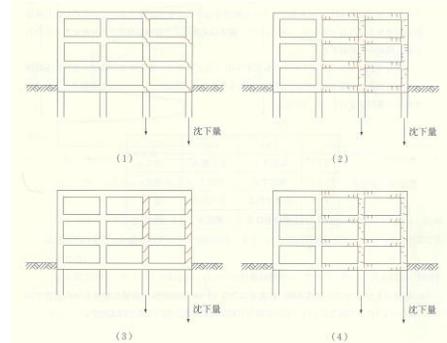
正解は、(3)

砂防堰堤のすり減りが激しいのは、(イ)の部分である。すり減りの原因は、衝撃であり、これを抑制するには、コンクリートの強度が必要となる。すり減りを生じさせるのは、土砂が一因となる。

(参考)キャビテーション(cavitation)は、液体の流れの中で圧力差により短時間に泡の発生と消滅が起きる物理現象である。空洞現象ともいわれる。この現象は19世紀末に、高速船用のプロペラが、予想された性能を発揮しなかったことから発見された。

### 【問題 5】

地盤の不同沈下が発生した場合にRC造建築物の柱およびはりには生じるひび割れの模式図として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。なお、沈下は図中の右側2本の杭で生じており、左側2本の杭には生じていない。

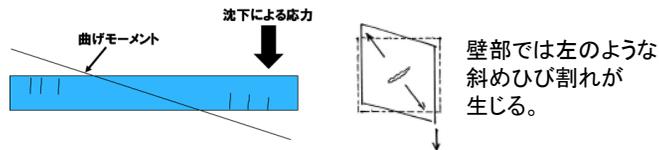


### 問題5 の解説 不同沈下によるひび割れ

RC建築物の多層ラーメン構造では、右側が沈下すると、梁には図のような曲げモーメントが生じ、曲げモーメントの大きくなる箇所にひび割れが発生する。

斜めひび割れが生じることになるのは、壁の内部である。

正解(4)



### 【問題 6】

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。

コンクリートに侵入した二酸化炭素は、細孔溶液中で炭酸イオン(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)となり、カルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)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<sup>+</sup>)やカリウムイオン(K<sup>+</sup>)などが多く、細孔溶液が高アルカリ性を維持している場合、炭酸カルシウムの溶解度が低下するため、水酸化カルシウムの溶解が(B)、中性化の進行がより(C)なる。

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

## 問題(6)の解説

正解は、(3)

(A):  $\text{Ca}^{2+}$ がどうなるか？

炭酸イオンは細孔溶液中の $\text{Ca}^{2+}$ と反応して炭酸カルシウムとして沈積



つまり、細孔溶液中の $\text{Ca}^{2+}$ は消費される



そのため溶液平衡を保つために固相の水酸化カルシウムが液相へ溶解する

(B): 高アルカリ環境では水酸化カルシウムの溶解はどうか？

(C): その時の中性化の進行はどうか？

セメント中のアルカリ量( $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ )が多い場合、**中性化の進行は速くなる** ⇒ (C)は「速く」が入る

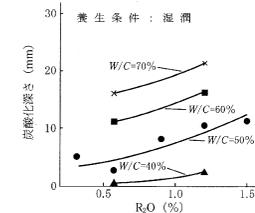


図 2.3.1-5 セメント中のアルカリ量と炭酸化深さとの関係<sup>11)</sup>

アルカリが多いコンクリート中では、「炭酸カルシウムは固まりやすく水に溶けにくい」



炭酸カルシウムが溶けにくい状態の液相中に、カルシウムイオンを供給するために、**固相の水酸化カルシウムの溶解が進む**。⇒(B)には「より進み」が入る



その結果、二酸化炭素と反応できるカルシウムが常に供給される状態となり、**中性化反応が継続しやすくなる**。



**アルカリ量が多いから安心、ではなく、かえって中性化が進みやすくなる場合があるので注意が必要。**

### 【問題 7】

遅延エトリンガイト生成(DEF)によるコンクリートの膨張劣化機構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。

遅延エトリンガイト生成による劣化事例は、道路用の境界ブロックなどのコンクリート製品で、蒸気養生を行った際に90℃を超えるような高温履歴を受けた場合に報告されている。コンクリートの硬化初期に高温履歴を受けて、セメントペースト中で(A)が溶解すると、溶出した成分の一部は(B)に吸着される。このようなコンクリートを湿潤な環境下で使用すると、(B)に吸着された(C)が放出され、セメントペースト中でエトリンガイトが遅延生成して膨張劣化を生じる。なお、劣化が顕在化するまで、数ヶ月~数年の時間を要する。

	(A)	(B)	(C)
(1)	エトリンガイト	カルシウムアルミネート水和物	カルシウムイオン
(2)	エトリンガイト	カルシウムシリケート水和物	硫酸イオン
(3)	アルカリ硫酸塩	カルシウムシリケート水和物	カルシウムイオン
(4)	アルカリ硫酸塩	カルシウムアルミネート水和物	硫酸イオン

## エトリングタイトの遅延生成(DEF)の事例



縁石ブロックのDEF膨張(九州北部)

(出展；川端雄一郎，松下博通，「高温蒸気養生を行ったコンクリートにおけるDEF膨張に関する検討」，土木学会論文集E2，Vol.67，No.4，pp.549-563.2011.

## ◆ エトリングタイト遅延生成(DEF)の影響

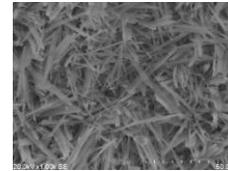
エトリングタイト ⇒  $\text{CaO}$   $\text{SO}_3$   $\text{Al}_2\text{O}_3$

硫酸塩がアルミネート系水和物と反応

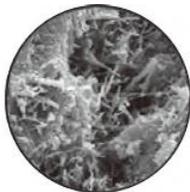
### 遅延生成の条件

温度が高い養生条件(蒸気養生)

水分が十分に存在する条件



## エトリングタイトの遅延生成(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

## 問題(7)の解説

正解は、(2)

### 遅延エトリングタイト生成(DEF)のメカニズムを問う問題

初期に生成されたエトリングタイトは有害とは言えないが、これが高温になり溶解するとカルシウムシリケートに吸着され、硫酸イオンを放出する。

このようなコンクリートが湿潤状態におかれると、エトリングタイトの再生成が生じる。

この現象は遅延エトリングタイト生成と呼ばれている。

【問題 8】

塩害による鋼材の腐食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。

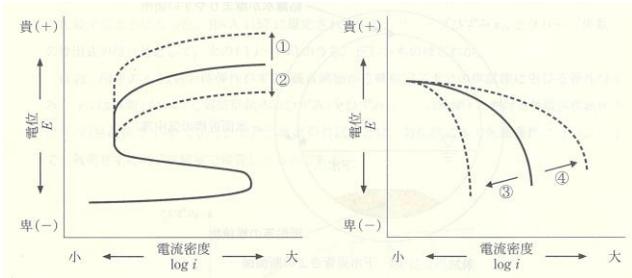


図1 アノード分極曲線の概念図

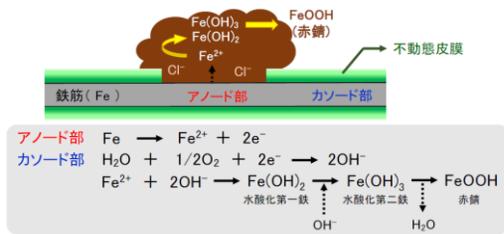
図2 カソード分極曲線の概念図

コンクリート中の鉄筋におけるマイクロセルによる腐食速度は、横軸に電流密度(log i)、縦軸に電位(E)をとった場合のアノード分極曲線とカソード分極曲線の交点から求まる電流密度により決まる。

上の概念図は、アノード分極曲線とカソード分極曲線を示したものである。図1において、主に(A)が多いとアノード分極曲線は(B)方向に、図2において、主に(C)が多いとカソード分極曲線は(D)方向に移動する。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	酸素供給量	①	塩化物イオン量	④
(2)	酸素供給量	②	塩化物イオン量	③
(3)	塩化物イオン量	①	酸素供給量	③
(4)	塩化物イオン量	②	酸素供給量	④

【鉄筋腐食反応の模式図】



アノード ⇒ 腐食が進む場所  
 カソード ⇒ 腐食を進めるための電子を受け取る場所

【アノード分極曲線とカソード分極曲線を重ねると】

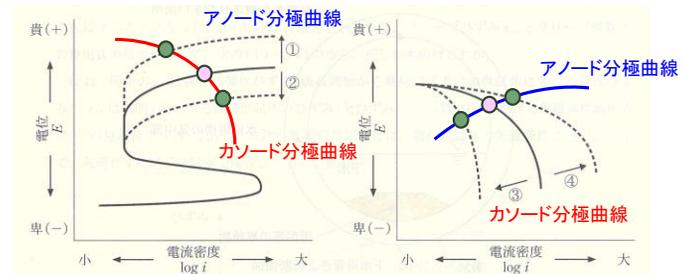
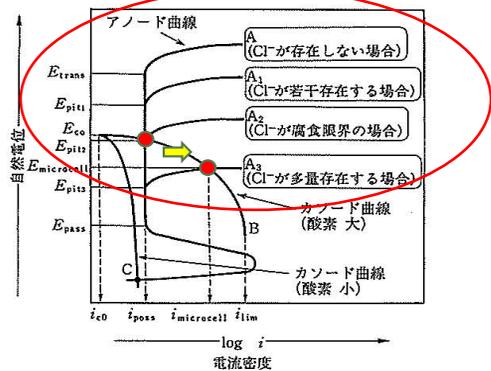


図1 アノード分極曲線の概念図

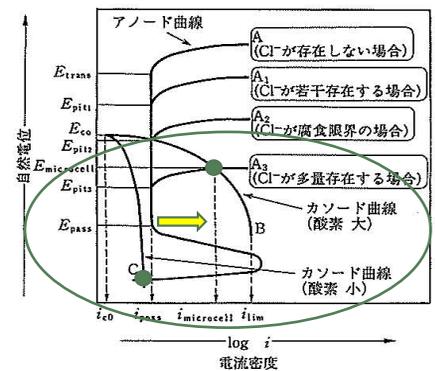
図2 カソード分極曲線の概念図

塩化物イオン量によって腐食状況が変わる

酸素供給量によって腐食状況が変わる



**【アノード分極曲線に対して】**  
 塩化物イオンの大小がアノード分極曲線に影響を与える  
 ⇒塩化物イオンが多いほど腐食速度が大きくなる  
 (交点が右にシフト)



**【カソード分極曲線に対して】**  
 酸素の大小がカソード分極曲線に影響を与える  
 ⇒酸素が多いほど腐食速度が大きくなる  
 (交点が右にシフト)

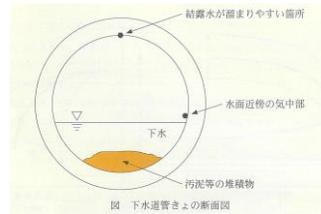
### 問題(8)の解説

正解は、(4)

アノード分極では、塩化物イオン量が多いと、アノード分極曲線は、卑の方向(②の方向)に移動する。  
 カソード分極では、酸素供給量が多いと、電流密度は大きくなり、④の方向に移動する。

**【問題 9】**  
 下水道施設における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。

下水中の硫酸塩は硫酸塩還元細菌の働きにより(A)に変化する。その後、(A)ガス濃度が高まり、気相部のコンクリート表面の硫酸化細菌の働きにより硫酸が生成する。硫酸とコンクリート中の(B)が反応すると、(C)などが生成されて顕著な体積膨張が生じる。硫酸による化学的侵食は、図中に示した結露水が溜まりやすい箇所や水面近傍の気相中で著しく進行しやすい。



	(A)	(B)	(C)
(1)	硫化水素	カルシウムシリケート水和物	硫酸ナトリウム
(2)	二酸化硫黄	水酸化カルシウム	無水石膏
(3)	硫化水素	水酸化カルシウム	二水石膏
(4)	二酸化硫黄	カルシウムシリケート水和物	二水石膏

## 問題(9)の解説 2020年度の再掲

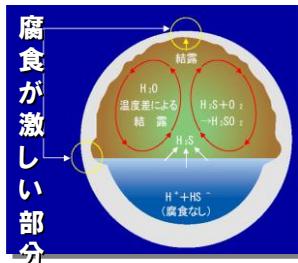
下水道施設の化学的侵食に関する問題。  
下水中の硫酸塩還元細菌の働きにより、硫化水素ガスが発生する。気相部で硫酸となりコンクリート中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応し、二水石膏となって体積膨張を生じる。

(A)には「硫化水素」、(B)には「 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 」、

(C)には「二水石膏」が入る。

以上のことから、(3)が適当。

- ① 下水中の硫酸塩還元細菌で、硫化ガスが発生。
- ② 気相部で硫酸に変化し、C-Hと反応。
- ③ 二水石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )となり、体積膨張を生じる。



### 【問題 10】

火災により高温加熱を受けた鉄筋コンクリートに関する次の(1)～(4)の記述のうち、適当なものはどれか。

- (1) コンクリート表面への煤(すす)の付着は、コンクリート表面の温度が約 300℃ を超えると顕著になる。
- (2) 異形鉄筋とコンクリートとの付着強度は、コンクリート表面の温度が約 300℃ に達すると健全時の 1/4 程度となる。
- (3) コンクリートの圧縮強度は、コンクリートの温度が約 500℃ に達するまで低下しない。
- (4) 石灰石骨材は、コンクリートの温度が約 600℃ を超えると熱分解する。

## コンクリート表面の状態と受熱温度

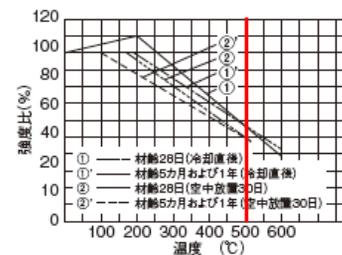
変色状況	温度範囲 (°C)
表面にすすが付着	300未満
ピンク色	300~600
灰白色	600~950
淡黄色	950~1200
溶解	1200以上



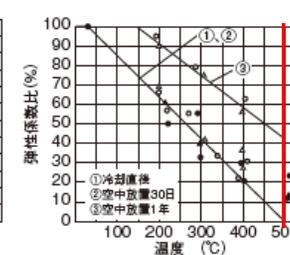
## 【加熱温度と力学性状低下の度合いについて】

### ●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)の解説

正解は、(4)

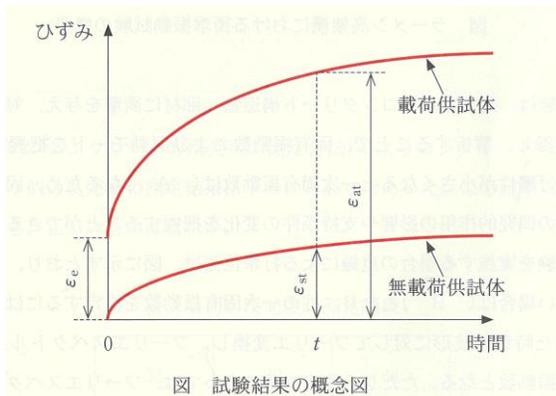
- (1)すすが付くのは、300°C以下 不適當
- (2)鉄筋の付着強度は300°C程度では変化しない。 不適當
- (3)コンクリート強度は300°Cを超えると次第に低下する。 不適當(ただし、500°C以内の受熱であればある程度強度が回復するため、再使用に耐えられる。)
- (4)石灰石骨材は熱に弱く、600°C程度で熱分解する可能性がある。 適當と考えられる。

### 【問題 11】

ポステンション方式PC橋梁で、コンクリートの体積変化による有効プレストレス量の低下が疑われた。そこで、JIS A 1157: 2010(コンクリートの圧縮クリープ試験方法)に従って、当時の使用材料と同等の材料を用いてコンクリート供試体を作製して試験を行い、試験結果を設計値と比較することになった。JIS A 1157に規定されている、クリープひずみ $\epsilon_{ct}$ とクリープ係数 $\phi_t$ の算出式の組合せとして、次の(1)~(4)のうち、正しいものはどれか。

なお、図中の $\epsilon_e$ は載荷時弾性ひずみ(載荷開始から載荷完了までの供試体に生じる弾性ひずみ)、 $\epsilon_{at}$ は時間 $t$ における載荷供試体のひずみ(全ひずみ)、 $\epsilon_{st}$ は時間 $t$ における無載荷供試体のひずみ(無載荷ひずみ)である。また、無載荷供試体とは、載荷供試体の乾燥条件に近づけた上で、載荷せずと同じ試験室で保管したものである。

	クリープひずみ $\epsilon_{ct}$	クリープ係数 $\phi_t$
(1)	$\epsilon_{at} - \epsilon_e - \epsilon_{st}$	$\epsilon_{ct}/\epsilon_e$
(2)	$\epsilon_{at} - \epsilon_{st}$	$\epsilon_{ct}/\epsilon_{st}$
(3)	$\epsilon_{at} - \epsilon_e - \epsilon_{st}$	$\epsilon_{ct}/\epsilon_{st}$
(4)	$\epsilon_{at} - \epsilon_{st}$	$\epsilon_{ct}/\epsilon_e$



## クリープ係数とは

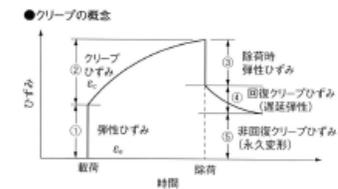
荷重を掛けると弾性変形が生じる。

$$\Rightarrow \text{静弾性係数 } E = \sigma / \epsilon$$

持続荷重を掛けると、クリープひずみが生じる。

$$\Rightarrow \text{クリープ係数は弾性歪に対するクリープ歪}$$

$$\Phi = \epsilon_{cr} / \epsilon_e$$



## 問題(11)の解説

正解は、(1)

弾性ひずみは、 $\epsilon_e$

クリープひずみは、 $\epsilon_{ct} = \epsilon_{at} - \epsilon_e - \epsilon_{st}$

クリープ係数は、 $\epsilon_{ct} / \epsilon_e$

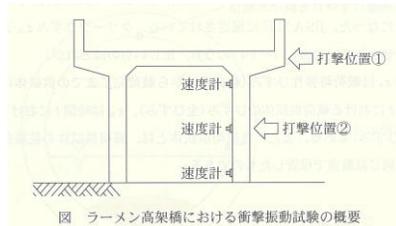


図 ラーメン高架橋における衝撃振動試験の概要

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	大きく	打撃位置①	打撃位置②	ピークの大きさ
(2)	小さく	打撃位置①	打撃位置②	位相スペクトル
(3)	小さく	打撃位置②	打撃位置①	ピークの大きさ
(4)	大きく	打撃位置②	打撃位置①	位相スペクトル

## 【問題 12】

【問題 12】 ラーメン高架橋を対象とした衝撃振動試験による健全度調査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。

衝撃振動試験は、対象となるコンクリート構造物・部材に衝撃を与え、対象の自由減衰振動を速度計等で収録し、解析することで、固有振動数および振動モードを把握するものである。通常、部材の曲げ剛性が小さくなると一次固有振動数は(A)なるため、固有振動数の変化から地震・衝突等の偶発的作用の影響や支持条件の変化を把握することができる。

衝撃振動試験を実施する場合の重錘による打撃位置は、図に示すとおり、全体の一次固有振動数を把握したい場合は(B)となり、柱の一次固有振動数を推定するには(C)となる。速度計で得られた時刻歴波形に対してフーリエ変換し、フーリエスペクトル上で出現した単独のピークが固有振動数となる。ただし、測定対象によっては、フーリエスペクトル上に複数のピークが出現する場合がある。その場合は、(D)に着目して固有振動数を決定する。

## 問題(12)の解説

正解は、(2)

衝撃試験による構造物の健全度調査に関する問題  
構造物に衝撃を与え、自由減衰振動を固有振動数および振動モードを把握する。

曲げ剛性が小さくなると、一次固有振動数は小さくなる。全体の調査の折には、打撃位置は①とし、柱の位置の調査では②とする。

複数のピークが存在する場合は、位相スペクトルから固有振動数を評価することになる。

【問題 13】

コンクリート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。このとき用いた試験方法に関する次の(1)～(4)の記述のうち、JISA 1107:2022(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) コア供試体の端面とコアの軸とのなす角度が  $90^\circ \pm 0.5^\circ$  になるように整形した。
- (2) コア供試体の直径を供試体高さの中央付近の断面の互いに直交する2方向において測定し、その平均値をコア供試体の平均直径とした。
- (3) コア供試体の高さを2か所において測定し、その平均値をコア供試体の平均高さとした。
- (4) 直径75mmのコア供試体の高さが145mmであったため、試験で得られた圧縮強度に補正係数を乗じた。

問題(13)の解説

正解は、(1)

- (1) コアの端面とコア軸のなす角度  $90^\circ \pm 0.5^\circ$  ○
- (2) コアの平均直径の測定方法  
中央と高さの1/4程度の位置で  
直交する2方向で0.1mmまで測定 ×
- (3) コアの高さの測定は、4か所 ×
- (4) コアの高さと直径の比 1.90～2.10 を原則  
 $145 \div 75 = 1.93$  で補正不要 ×

【問題 14】

JISA 1155:2012(コンクリートの反発度の測定方法)によりコンクリートの反発度を測定したところ、当初の9個の反発度の測定結果は下表のとおりであった。この結果に関する次の(1)～(4)の判断のうち、正しいものはどれか。

表 当初の反発度の測定結果

34	33	41
43	44	48
40	38	39

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

問題(14)の解説

正解は、(2)

$$\begin{aligned} \text{平均値} & 34 + 33 + 41 + 43 + 44 + 48 \\ & + 40 + 38 + 39 = 360 \end{aligned}$$

$$\text{平均値} \quad 360 \div 9 = 40$$

偏差20%以上は×  
32以下、48以上は代替りの測定

【問題 15】

鉄筋探査に用いられる電磁誘導法の原理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。

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。

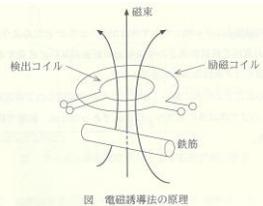


図 電磁誘導法の原理

	(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

問題 15 の解説 2014年度問題の再掲

電磁誘導法による鉄筋探査 適当なもの 正解 (1)

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。

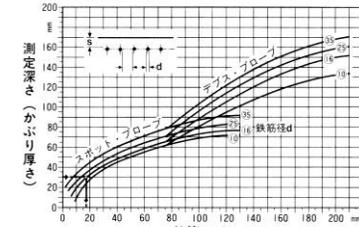
ファラデーの電磁誘導の法則

■ 電磁誘導法

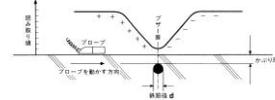


コンクリート表面に接触させるプローブに、交流電流を流し、磁界を作り、プローブを移動させることによる、磁界の変化により、鉄筋位置、径、かぶりを推定する。

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、測定可能最小鉄筋スペースは 17mm です。



【問題 16】

分極抵抗法に基づく鉄筋の腐食速度の評価に関する次の記述中の(A)～(C)に当てはまる(1)～(4)の語句および式の組合せのうち、適当なものはどれか。

計測器で測定されるのは見かけの分極抵抗  $R'$  ( $\Omega$ ) であり、腐食速度  $I_{corr}$  ( $A/cm^2$ ) を評価するためには単位面積当たりの真の分極抵抗  $R_p$  ( $\Omega cm^2$ ) に換算する必要がある。すなわち、被測定面積  $S$  ( $cm^2$ ) を適切に設定する必要がある。例えば、図のように計測器をコンクリート表面に設置した場合、(A)や配筋状態、対極の形状や設置位置、コンクリートの電気抵抗率などを考慮し、実験もしくは数値解析によって求めた(B)から被測定面積  $S$  を決定する。また、腐食速度  $I_{corr}$  は、金属の種類や環境によって決まる定数  $K$  (V), 見かけの分極抵抗  $R'$  と被測定面積  $S$  を用いて(C)の式により求めることができる。

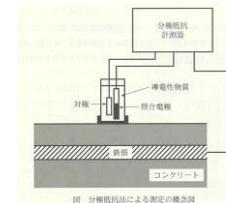
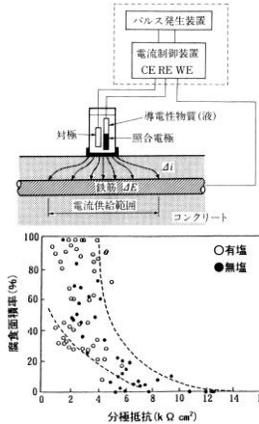


図 分極抵抗法による測定の様式図

	(A)	(B)	(C)
(1)	鉄筋径	電流の分布	$K \cdot \frac{1}{R' \cdot S}$
(2)	照合電極の種類	電流の分布	$K \cdot R' \cdot S$
(3)	鉄筋径	比誘電率	$K \cdot R' \cdot S$
(4)	照合電極の種類	比誘電率	$K \cdot \frac{1}{R' \cdot S}$

## 分極抵抗法



- コンクリート表面に対極と照合電極を設置し、対極から鉄筋に微小電流 ( $\Delta I$ ) を与えた時鉄筋の電位が  $\Delta E$  だけ変化する。以下の式の  $R_p$  を分極抵抗という。

$$\Delta E = R_p \cdot \Delta I$$

- 分極抵抗  $R_p$  と腐食電流  $I_c$  の間には以下の関係がある。

$$I_c = K / R_p \quad K: \text{比例定数}$$

したがって、 $R_p$  を測定することにより、**腐食速度**を評価することができる。

出典：土木学会、鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向、コンクリート技術シリーズ26

## 問題(16)の解説

正解は、(1)

測定値で評価されるのは見かけの分極抵抗  $R'(\Omega)$  であり、腐食速度 ( $I_{corr}(A/cm^2)$ ) を評価するには、単位面積当たりの真の分極抵抗に換算する必要がある。そのため、鉄筋位置や配筋状態などを考慮し、求めた電流の分布から測定面積  $S$  を決める。腐食速度 ( $I_{corr}(A/cm^2)$ ) は、金属の種類や環境によって決まる定数  $K(V)$ 、見かけの分極抵抗  $R'(\Omega)$ 、および被測定面積  $S(cm^2)$  を用いて表示すれば、式  $(K \cdot \frac{1}{R' \cdot S})$  で求められる。

よって、(A) には「鉄筋径」、(B) には「電流の分布」、(C) には「 $(K \cdot \frac{1}{R' \cdot S})$ 」が入る。

### 【問題 17】

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金属 (Na, K) の量を推定することにした。推定方法に関する次の記述中の下線部 (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。

コアを粉砕して得られた粉末試料を用い、(A) 塩酸で抽出した場合には全アルカリ量を、(B) 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 (C) 示差熱分析 (DTA) で定量し、コンクリート中のアルカリ量を求める。

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

## 問題(17)の解説

正解は、(2)

コンクリートのコア中のアルカリ金属イオン量の推定方法

コアを粉末にして**塩酸**で抽出した場合は、全アルカリ量  
**温水**で抽出した場合は、水溶性のアルカリ量を測定できる。

抽出後のろ液中のアルカリ金属イオンの濃度は、示差熱分析では定量で測定できない。原子吸光光度法などが適当。

適 適 不適 で正解は(2)

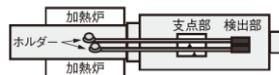
## 示差熱重量分析(TG/DTA)

Thermo-Gravimetry/Differential Thermal Analysis

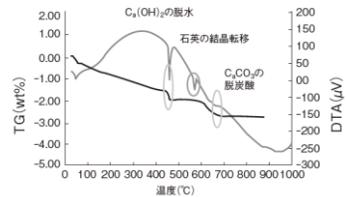


示差熱重量分析装置の例

### ●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



## 問題(18)の解説

### 正解は、(2)

加水したフェノールフタレイン溶液を使用すると、火害で生成された酸化カルシウムが水と反応して水酸化カルシウムとなり、pHが上昇して赤紫に呈色するため、500°C以上の受熱領域でも誤判定が生じる可能性がある。

無水エタノールで調製した溶液の使用が推奨されるのは、このような二次反応を防ぎ、真の化学状態を反映するためである。

よって、(A)には「酸化カルシウム」、(B)には「水酸化カルシウム」が入る。

### 【問題 18】

火災を受けたコンクリート構造物の受熱温度を推定するために行う中性化深さの測定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。

火害の調査において、受熱温度の推定を目的として中性化深さを測定する場合には、純度の高いエタノール(99.5)を使用して加水せずに調整したフェノールフタレイン溶液を使用することが望ましい。これは、JIS A 1152(コンクリートの中性化深さの測定方法)に規定されているフェノールフタレイン溶液(フェノールフタレイン1.0gをエタノール(95)90 mLに溶かし、水で100 mLにしたもの)を使用すると、熱分解で生じた(A)がフェノールフタレイン溶液中の水と反応して(B)を生成し、約500°C以上の熱履歴を受けた領域も赤紫色を呈してしまう場合があるためである。

	(A)	(B)
(1)	炭酸カルシウム	水酸化カルシウム
(2)	酸化カルシウム	水酸化カルシウム
(3)	酸化カルシウム	炭酸カルシウム
(4)	水酸化カルシウム	炭酸カルシウム

### 【問題 19】

硬化コンクリートの配合の推定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。

硬化コンクリートの配合推定方法(セメント協会法)は、105  $\mu\text{m}$ ふるい全通程度に微粉砕した試料を塩酸(約0.1 mol/L)で処理した後、不溶残分および(A)を定量し、これらの値からそれぞれ骨材量およびセメント量を推定する方法である。しかし、セメント協会法を石灰石膏材や貝殻が混入した海砂を使用したコンクリートに適用すると、セメント水和物中のカルシウムと骨材中のカルシウムを区別できないため、推定値に誤差を生じる。このようなコンクリートに対しては、(B)溶液を溶解液として採用する方法が提案されている。この方法は、この溶液が貝殻や石灰石膏材に起因する炭酸カルシウムを(C)、セメント分を(D)ことを活用したものである。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	酸化カルシウム	クエン酸二アンモニウム	溶解し	ほとんど溶解しない
(2)	酸化カルシウム	グルコン酸ナトリウム	ほとんど溶解せず	溶解する
(3)	酸可溶性シリカ	グルコン酸ナトリウム	溶解し	ほとんど溶解しない
(4)	酸可溶性シリカ	クエン酸二アンモニウム	ほとんど溶解せず	溶解する

## 問題(19)の解説

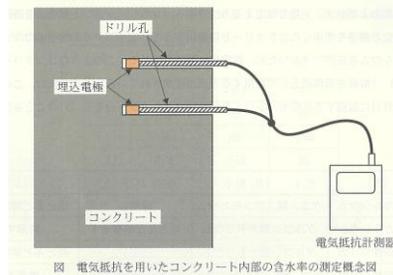
正解は(2)

セメント協会法では、塩酸で処理して、酸化カルシウムと不要残分から、セメント量を推定する。

その定量には酸化カルシウムの量で推定する。

貝殻などが存在すると、塩酸では溶解するから、誤差となる。そこで、グルコン酸ナトリウム溶液を用いて溶解し、推定する。

これは、貝殻や石灰石骨材を使用している場合は、炭酸カルシウムがグルコン酸ナトリウムには溶解せず、セメントが溶解することを利用したものである。



	(A)	(B)	(C)
(1)	小さく	大きく	過大
(2)	小さく	小さく	過小
(3)	大きく	大きく	過小
(4)	大きく	小さく	過大

## 【問題 20】

コンクリート橋脚において桁受け部周辺に漏水痕が確認され、中性化と水の作用による鋼材腐食が懸念されたため、コンクリート内部の含水率を調査することになった。コンクリートの含水率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。

コンクリートの電気的性質が水分の量に対応して変化することを利用し、図のように2本の埋込電極間の電気抵抗を測定して、コンクリートの含水率を求める方法がある。コンクリートの含水率が低い場合、測定される電気抵抗は(A)なる。含水率をこの方法で精度よく求めるためには、含水率と電気抵抗の関係(キャリブレーションカーブ)を得ておく必要がある。電極間の電気抵抗は、セメント種類や単位水量などの影響を受けるため、使用材料や配合が同じコンクリートでキャリブレーションカーブを求めておくことが望ましい。

また、コンクリートの電気抵抗は温度依存性があることが知られており、計測対象であるコンクリートの温度が高い場合には、電気抵抗が(B)なる。そのため、コンクリートの温度が高く、温度補正を行わない場合には、含水率が(C)に見積もられることに注意が必要である。

## 問題(20)の解説

正解は、(4)

電気抵抗を利用して含水比を推定する方法に関する問題

埋め込み抵抗間の電気抵抗は、含水率が小さいほど、電流は通りにくく、抵抗値は大きくなる。

電気抵抗は温度依存性があり、温度が高いほど抵抗値は小さくなり、補正を行わないと過大となる。

【問題 21】

図に示す1975年に建設された道路橋のポストテンション方式PC単純T桁橋で、図中に示したア部のシース内に写真に示すようなグラウトの未充填部が確認された。このような未充填部が生じた原因および未充填部がPC鋼材の腐食に与える影響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。



ア部では、グラウトの( A )および空気の巻き込みにより未充填部が生じたと考えられる。またこの当時、道路橋の( B )してきており、必要なプレストレスおよび( C )を確保するために、PC鋼材とシースの本数が多くなった。このことから、桁端部のみですべてのPC鋼材を定着できず、一部のPC鋼材を桁上縁で定着することになった。その影響により、道路側面からシース内部の未充填部を介して劣化因子が侵入していると考えられる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	ブリーディング	支間長が増大	曲げ耐力
(2)	自己収縮	支間長が増大	支圧強度
(3)	ブリーディング	交通量が増加	支圧強度
(4)	自己収縮	交通量が増加	曲げ耐力

問題(21)の解説

正解は、(1)

ア部の未充填の原因は、**ブリーディング**および空気の巻き込みと考えられ、自己収縮は未充填にはならない。

この時代にPC鋼材とシースの本数が増えているのは、交通量の増加ではなく、**支間長の増大**が目的であり、必要なプレストレス量や**曲げ耐力の確保**が必要となった。

そのため、ケーブルが長くなり、上縁定着が主流となり、ブリーディングによる空隙ができるなど、劣化の要因を造ることになった歴史がある。

【問題 22】

直接基礎形式のRC橋台(高さ5m、幅24m、厚さ1.5m)に、写真1に示すようなひび割れが発生した。また、写真2はその周辺の状況を示したものである。このひび割れ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。

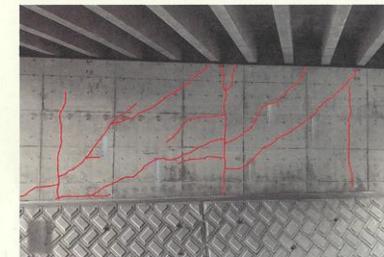


写真1 橋台のひび割れ



写真2 橋台周辺の状況

写真1の鉛直方向に等間隔に発生しているひび割れは、打込み2週間後には確認されており、(A)によるひび割れであると考えられる。一方、斜め方向のひび割れは、写真2にみられるような周辺の状況から、(B)によるものと推察され、写真1にみられる状況から、このひび割れは(C)と考えられる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	乾燥収縮	アルカリシリカ反応	貫通していない
(2)	乾燥収縮	不同沈下	貫通していない
(3)	セメントの水和熱	アルカリシリカ反応	貫通している
(4)	セメントの水和熱	不同沈下	貫通している

## 問題(22)の解説

正解は、(4)

施工直後に生じたひび割れは、セメントの水和熱に起因する温度ひび割れ(打設後2週間で乾燥収縮は生じない)。

斜めひび割れは、不同沈下が原因と推察され、ひび割れは貫通していると考えられる。

### 【問題 23】

写真は、凍害の影響のない内陸部に建設され、45年を経過したRC造建築物の西側外壁(壁厚220mm・ダブル配筋)を屋内側から深さ50mm程度まではつた後にフェノールフタレイン1%溶液を噴霧した状況である。この写真内の白線で囲まれた、水平方向に配筋された鉄筋の腐食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、最も適切なものはどれか。なお、写真内の黄色点線はひび割れを示している。

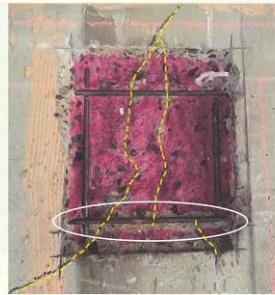


写真 屋内側はつり面の中性化および鉄筋腐食の状況

ひび割れ位置に腐食が確認されることから、このひび割れは(A)、(B)側からの水分供給の原因となっていると考えられる。一方、白線で囲まれた水平方向の鉄筋に沿って広範囲に中性化が進行しているのは、(C)により鉄筋近傍に粗な領域ができ、(D)を介して二酸化炭素が供給されたためと考えられる。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	貫通しており	屋内	コールドジョイント	コールドジョイント
(2)	貫通しており	屋外	ブリーディング	ひび割れ
(3)	貫通していないもの	屋内	ブリーディング	ひび割れ
(4)	貫通していないもの	屋外	コールドジョイント	コールドジョイント

## 問題(23)の解説

正解は (2)

ひび割れ部分の中性化が進行していることから、ひび割れは貫通していると考えられる。

ひび割れの原因は、乾燥収縮と考えられるが、コールドジョイントの形跡はなく、ブリーディングが原因となっていると考えられる。

中性化が進行したのは、外部からとなる。

## (24)の解説 2017年度再掲

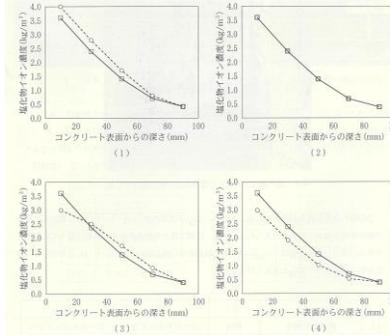
正解 (3)

海岸地域のRC外壁からの塩化物イオン濃度分布を測定後、非透気性の防水型塗装を施して、25年経過したときの塩化物イオン濃度分布

塩化物イオン濃度は、表面は拡散により減少し、深さ方向に拡散して内部の濃度が高くなる。

### 【問題 24】

海岸地域にある竣工後30年経過したRC造打放し外壁(普通ポルトランドセメント、W/C=55%)からコアを採取し、コンクリート表面からの塩化物イオン濃度分布を測定した。その後、この外壁に非透気性の防水型塗装を行った場合、塗装後25年経過したときに予測される塩化物イオン濃度分布として、次の(1)~(4)のうち、最も適当なものはどれか。なお、塗装仕上げ材の劣化は考慮しないものとする。



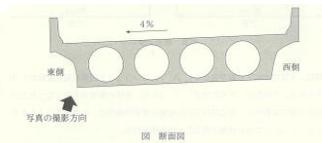
凡例  
 □— 測定値(塗装前)  
 ○---○ 予測値(塗装後25年経過)

### 【問題 25】

積雪寒冷地に位置するPC中空床版橋において、竣工後20年が経過した時点で、写真に示すような変状が、図の東側に顕著にみられた。この橋梁は、図に示すような横断勾配がついており、橋面防水は敷設されていないことがわかっている。また、これらの変状は必ずしも鉄筋に沿って発生しておらず、ひび割れ幅は大きいところで5mm程度であった。この変状の原因として、次の(1)~(4)のうち、最も適当なものはどれか。



写真 PC中空床版橋下面の状況



- (1) 凍害
- (2) アルカリシリカ反応
- (3) 乾燥収縮
- (4) 中性化

## 問題(25)の解説

正解は、(2)

ひび割れの原因はアルカリシリカ反応と考えられる。その理由は、積雪寒冷地であるが、凍害であるとすればスケリングが生じる可能性が高いが、橋軸方向にひび割れが生じている。これは、アルカリシリカ反応による膨張が原因と考えられる。

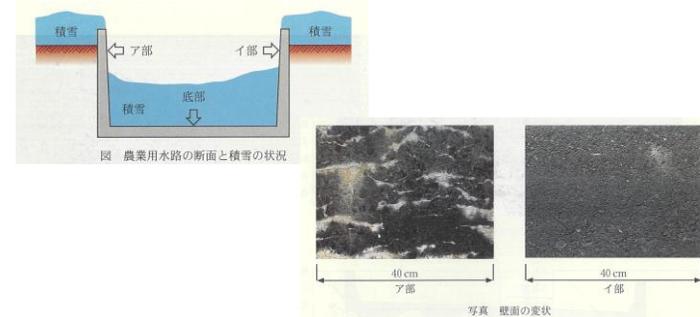
ひび割れ発生パターンから乾燥収縮ではなく、中性化によるひび割れは鉄筋の沿っていないことから原因ではないと判断できる。

ア部は、イ部に比べて日射が当たり( A )、コンクリート表面の温度変動が( B )なつたと考えられる。そのため、ア部の方が( C )なり、変状の程度が大きくなつたといえる。これらア部とイ部の状況から、雪に隠れている底部の変状の程度は、水流などによるすりへの違いを除くと、( D )に近い状態であることが推察される。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	やすく	大きく	凍結融解回数が多く	イ部
(2)	やすく	大きく	凍結温度が低く	ア部
(3)	にくく	小さく	凍結融解回数が多く	ア部
(4)	にくく	小さく	凍結温度が低く	イ部

## 【問題 26】

凍害が生じた農業用水路において、図に示す壁面のア部とイ部に、写真に示すような変状の差がみられた。このような変状の差がみられた原因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。なお、図に示すように、この水路の底部は、過水期に雪が吹き溜まりやすく、積雪期間も長いことがわかっている。



## 問題(26)の解説

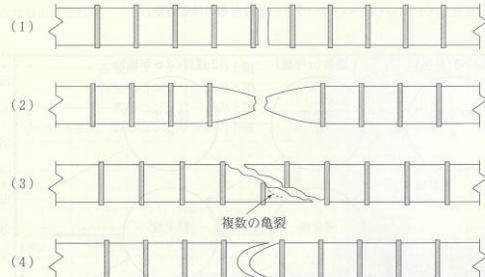
正解は、(1)

凍害を受けるのは、凍結融解の繰り返し回数が多いためであり、(ア)の方が(イ)より日射が当たりやすいから、温度変化が大きく、ひび割れが多く発生している。

雪の隠れている部分は、凍害を受けにくく(イ)の部分に近い状態と推察される。

【問題 27】

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



問題(27)の解説 過去問の再掲

正解は、(1)

疲労による鉄筋破断は、脆性破壊の形態

(2)は、引張試験時の破断した時の状態

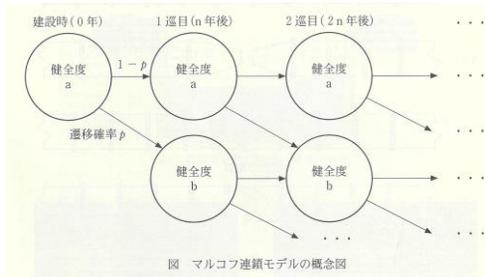
鉄筋の破断時には伸びを生じる。

(3)は、せん断破壊型である。

(4)は、軟鋼に多い破断形態である。

【問題 28】

劣化機構の特定が難しい場合などの劣化予測方法の一つに、対象とする部材・部位の健全度(外観上のグレードなど)の推移の傾向を統計学的に分析するマルコフ連鎖モデルを用いる方法がある。マルコフ連鎖モデルを用いた劣化予測に関する次の記述中の下線部(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。



図に示すように、建設時(0年)で良好な健全度 a にある部材諸元や使用材料がほぼ同じ 100 部材(標本数)のうち、1 巡目(n 年後)の点検で、20 部材が健全度 b に遷移し、健全度 a に留まったものが 80 部材の場合、健全度 a から健全度 b への 1 巡目の遷移確率  $p$  が求められる。この健全度 a から健全度 b への 1 巡目の遷移確率が 2 巡目以降でも変わらないとすると、2 巡目(2n 年後)の点検において健全度 a に留まる部材数は(A)60 となる。この手法は、(B)同種の多くの構造物を管理する場合にも適用できる。さらに、(C)地震による部材の損傷の予測にも有効である。

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

## 問題(28)の解答

正解は、(1)

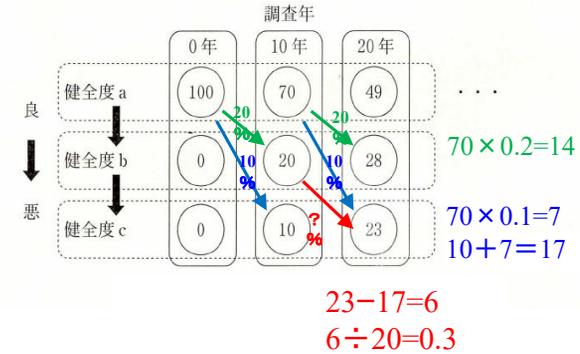
マルコフ連鎖モデルによる経年劣化の統計学的推定に関する問題。

建設時0年からn年後の間で、健全度aは80 健全度bは20  
 $100 - 80 = 20$  つまり 80%は健全  
 2n年後に健全度a から健全度bに遷移するのは  $80 \times 0.8 = 64$   
 したがって、(A)は不適当

この方法は、同種の劣化機構には適用できるが、地震など非定常、非連続的は外力には適用できない。

(A)は不適 (B)は適 (C)は不適 正解は、(1)

## 過去問で出た同種の問題



### 【問題 29】

規・基準類に定めるコンクリートの設計基準強度の変遷を把握しておくことは、RC 造建築物の調査・診断において当時のコンクリートの強度レベルを知る上で重要である。日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説 鉄筋コンクリート工事(以下、JASS 5)における設計基準強度の変遷に関する次の記述中の下線部(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。

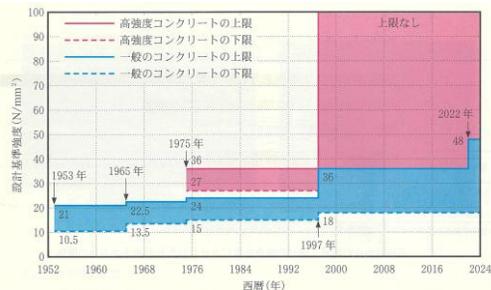


図 JASS 5 における設計基準強度の変遷

JASS 5で対象とするコンクリートの設計基準強度は、図のように変遷してきた。1953年の初版では、コンクリートの設計基準強度が10.5~21 N/mm<sup>2</sup>(105~210 kgf/cm<sup>2</sup>)であったが、1975年版では、初めて高強度コンクリートが定義され、27~36 N/mm<sup>2</sup>(270~360 kgf/cm<sup>2</sup>)と定められた。その後、旧建設省の総合技術開発プロジェクト「鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術の開発(New RC)」が実施され、(A)高層RC造集合住宅を中心にコンクリートの高強度化が進んだ。また、1997年版では、(B)JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の高強度コンクリートの規定化を反映して、一般のコンクリートの設計基準強度の上限が36 N/mm<sup>2</sup>に引き上げられた。さらに、2022年版では、近年の実績および(C)諸外国における高強度コンクリートとの整合化が図られた。その結果、一般のコンクリートの設計基準強度の上限が48 N/mm<sup>2</sup>まで引き上げられた。

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

## 問題(29)の解説

正解は、(2)

### JASS 5の規準化に関する問題

- (A)高層のRC集合住宅を中心にコンクリート高強度化が進んだ 適当
- (B)JISA 5308では、高強度の規準化がなされていない。不適当
- (C)2022年版では、諸外国における高強度コンクリートとの整合化が図られ、一般のコンクリートの設計基準強度の上限が、48N/mm<sup>2</sup>まで引き上げられた。適当
- よって、適 不適 適 の組合せ



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

## 【問題 30】

図1は、日本道路協会「道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋・コンクリート部材編」に示されている「工場で製作されるプレストレストコンクリート構造」について、海岸線からの距離と鋼材の腐食を生じさせないための最小かぶり厚の関係を示したものである。図2は、同示方書における塩害の影響度をもとに作成した地域区分図である。図1中の(A)～(C)に当てはまる図2の地域区分①～③の番号の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

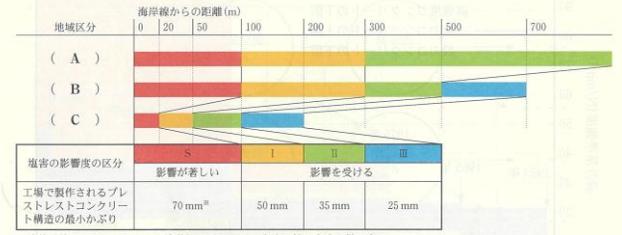


図1 海岸線からの距離と鋼材の腐食を生じさせないための最小かぶり厚の関係

## 問題(30)の解説

正解は、(3)

塩害の被害が大きい地域とPca部材の最小かぶり厚さの違いから(A)～(C)の地域区分を選定する問題。

図に示される地域区分から見ると、

- 地域区分①は、日本海側
- 地域区分②は、瀬戸内海、太平洋側など
- 地域区分③は、沖縄

- (A) 海岸から距離がある箇所まで塩害を受ける。沖縄③
- (B) 海岸に比較的近い位置で塩害を受ける。日本海側①
- (C) 比較的、塩害が厳しくないで、瀬戸内海など ②

【問題 31】

部内陸で温暖な地域にある道路橋 RC 橋脚の梁部下面に、写真に示すような変状がみられた。梁部下面のかぶり厚は全面的に小さく、中性化は鋼材位置まで達しており、変状は乾湿が繰り返される雨掛かり部に集中していた。浮き・剥落箇所の断面修復を行ったうえで実施する劣化進行の抑制対策として、次の(1)～(4)のうち、最も不適当なものはどれか。なお、本橋脚は中間支点を支持する構造物である。

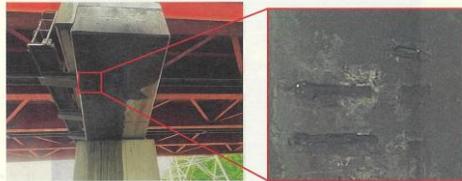
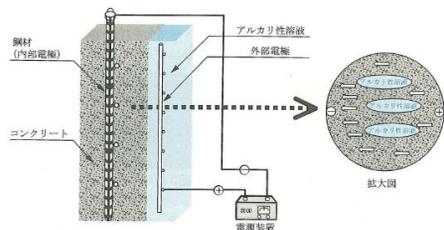


写真 道路橋 RC 橋脚の梁部下面にみられた変状

- (1) 水切りの設置
- (2) 表面被覆材の施工
- (3) 塗布型防錆材の塗布
- (4) 再アルカリ化工法の実施

## 再アルカリ化工法



目的

- ・コンクリート中のpHの回復（不動態皮膜が破壊される前段階の鉄筋腐食環境改善）

概要

- ・表面に陽極材とアルカリ性溶液からなる仮設陽極を設置
- ・鉄筋（陰極）へ強制的に電流を流し、**コンクリート中へアルカリ性溶液を泳動**させる
- ・それによりコンクリートのpH値を回復させる

通電期間

- ・約1～2週間

## 問題(31)の解説

正解は、(4)が不適当

- 中性化による鉄筋の腐食対策として不適当なもの
- (1)水切りは、鉄筋の腐食を要請するために必要は対策
  - (2)表面被覆材の施工は、鉄筋のさらなる腐食抑制として**適当**
  - (3)塗布型防錆材の塗布は防食を抑制するために**適当**
  - (4)再アルカリ化工法は、すでに中性化が進んで鉄筋が腐食しているため、**不適当**

【問題 32】

RC 橋脚の表面に脱型後、写真に示すような変状(砂すじ)が確認された。このような変状の発生を、施工方法の見直しで抑制する対策として、次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。



写真 RC 橋脚に発生した変状(砂すじ)

- (1) 透水型枠を使用する。
- (2) コンクリートの打込み速度を小さくする。
- (3) 型枠の継ぎ目に隙間テープを貼付する。
- (4) コンクリートの1層の打込み高さを大きくする。

## 問題(32)の解説

正解は、(4) が不相当

砂すじは、ブリーディングが原因と考えられる。

- (1) 透水型枠はブリーディングの抑制に効果的
- (2) コンクリートの打込み速度を小さくすると、打込み後のブリーディングは減少する。
- (3) 型枠の継ぎ目にテープを貼ると砂すじは生じない。
- (4) コンクリートの1層の打込み高さを大きくすると、側圧が大きくなり、型枠の継ぎ目から脱水が生じる。

## 透水性型枠によるコンクリートの仕上がり



### 【問題 33】

RC 鉄道橋において、線形累積損傷則(マイナー則)により疲労の照査を行い、対策時期を検討することとした。その結果、引張鉄筋の累積疲労度  $M^*$  が 0.82 になっていることが判明した。

累積疲労度  $M$  が 1.0 に達する時点として、次の(1)~(4)のうち、正しいものはどれか。

ただし、引張鉄筋には、 $152 \text{ N/mm}^2$  の最大引張応力度に等価な応力が毎月 300 回作用する。また、引張鉄筋の最大応力比  $S_{\max}$  と等価繰返し回数  $N$  の関係は図で表されるものとし、鉄筋の引張強度は  $400 \text{ N/mm}^2$  で、最大応力比  $S_{\max}$  は下式で表されるものとする。

$$\text{最大応力比 } S_{\max}(\%) = \frac{\text{鉄筋の最大引張応力度}}{\text{鉄筋の引張強度}} \times 100$$

$$* \text{累積疲労度 } M = \frac{\text{最大引張応力度に等価な応力の累積繰返し回数}}{\text{最大引張応力度に等価な応力で疲労破壊に至る等価繰返し回数}}$$

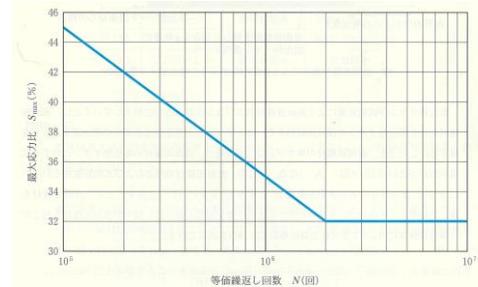


図 最大応力比と等価繰返し回数の関係

- (1) 照査時点から 15 年後
- (2) 照査時点から 20 年後
- (3) 照査時点から 25 年後
- (4) 照査時点から 30 年後

### 問題 33 の解説 (過去の類似問題)

RC部材の疲労とは、

『部材が本来もつ引張強度相当よりも小さな荷重であっても、それが膨大な回数繰り返し作用することで、部材が破壊にいたる現象』

線形累積損傷則(マイナー則)による疲労の照査

累積疲労度Mが1.0に達すると破壊する (既に0.82)



S-N曲線を用いて橋梁の余寿命を計算できる (あと何年でM=1.0?)

与えられた条件

- ・引張応力度 152N/mm<sup>2</sup> が毎月300回作用
- ・鉄筋の引張強度 400N/mm<sup>2</sup>
- ・毎月300回作用

最大応力比  $S_{max} = (152\text{N/mm}^2 / 400\text{N/mm}^2) \times 100 = 38\%$

このときの等価繰り返し回数は、図より  $5 \times 10^5$

⇒  $S_{max} 38\%$ でトータル50万回作用したらM=1.0(破壊に至る)

⇒現在のMは既に0.82なので、あと0.18しか残っていない

⇒50万回  $\times$  0.18 = 9万回 (この橋はあと9万回で破壊に至る)

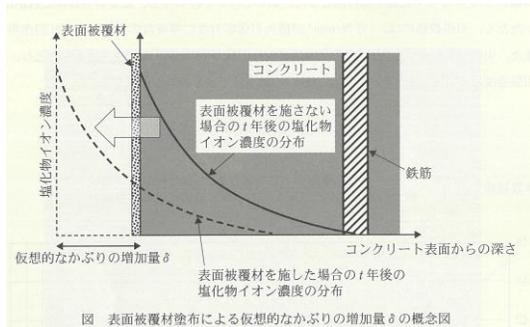
1ヶ月に300回 ⇒ 1年に300  $\times$  12 = 3,600回作用する

90,000  $\div$  3,600 = 25年 (この橋はあと25年で破壊に至る)

正解は、(3)25年後

【問題 34】

建設時から表面被覆材を施したコンクリート中の塩化物イオン濃度の分布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。



塩化物イオンが拡散現象により表面被覆材およびコンクリート中に侵入していくとし、表面被覆材による塩化物イオンの侵入抑制効果を、コンクリートの仮想的なかぶりの増加量  $\delta$  として表現する。このとき、表面被覆材の厚さが同じである場合、表面被覆材の塩化物イオンに対する拡散係数が小さいほど、 $\delta$  は ( A ) なる。ここで、表面被覆材の厚さおよび拡散係数をそれぞれ  $C_s$  と  $D_s$ 、コンクリートの拡散係数を  $D_c$  とすると、 $\delta$  を ( B ) と表すことで、表面被覆材を施した場合の  $t$  年後のコンクリート中の塩化物イオン濃度の分布は、図中の表面被覆材を施さない場合の分布に対して、 $\delta$  だけ左側に移動した分布と表現できる。

	(A)	(B)
(1)	大きく	$C_s \times \sqrt{\frac{D_c}{D_s}}$
(2)	小さく	$C_s \times \sqrt{\frac{D_s}{D_c}}$
(3)	小さく	$C_s \times \sqrt{\frac{D_c}{D_s}}$
(4)	大きく	$C_s \times \sqrt{\frac{D_s}{D_c}}$

### 問題(34)の解説

#### 正解 (1)

表面被覆材の塩化物イオンの浸入抑制効果を仮想かぶり厚さ $\delta$ で評価する方法について

拡散係数が小さいほど、塩化物イオンは入りにくい



仮想かぶり厚さ $\delta$ が**大きくなった**のと同義。

仮想かぶり厚さ  $\delta$ とは、

⇒表面被覆材中の拡散抵抗をコンクリート距離に換算

表面被覆材の厚さ  $C_s$   
表面被覆材の拡散係数  $D_s$   
コンクリートの拡散係数  $D_c$

仮想かぶり厚さ  $\delta = C_s \times \sqrt{D_c / D_s}$

・ $D_s$ が小さくなる ⇒ 塩化物イオンが入りにくくなる方向  
⇒ 分母が小さくなるので $\delta$ は大きくなる



$\delta$ (仮想かぶり厚さ)が大きくなる

⇒塩化物イオンが入りにくくなる  
⇒物理的に納得！

### 【問題 35】

外壁複合改修工法は、RC造建築物のセメントモルタル塗り仕上げ外壁やタイル張り仕上げ外壁の剥落を防止する対策工法である。外壁複合改修工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。

外壁複合改修工法にはポリマーセメントモルタル系、透明樹脂系、不透明樹脂系の3種類があり、仕上げ外壁を一体化したうえで(A)により躯体に固定し剥落を防止する。タイル張り仕上げ外壁の場合、タイルの風合いを活かした仕上げにするには(B)を選定するが、タイル表面に(C)が施されている場合は適用外となることがある。

	(A)	(B)	(C)
(1)	繊維シート	不透明樹脂系	光触媒加工
(2)	繊維シート	透明樹脂系	軸葉(うわぐすり)
(3)	アンカーピン	不透明樹脂系	軸葉(うわぐすり)
(4)	アンカーピン	透明樹脂系	光触媒加工

### 問題(35)の解説

#### 正解は(4)

仕上げ外壁を固定できるのは、**アンカーピン**

タイルの風合いを生かすには、**透明樹脂系**が適切

**光触媒加工**している場合は、光を通さないため適用外

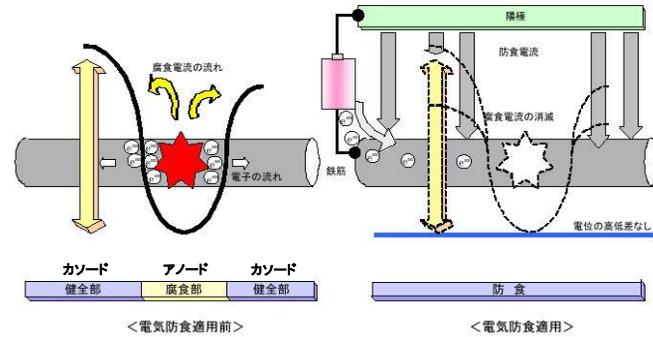
【問題 36】

電気防食工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。

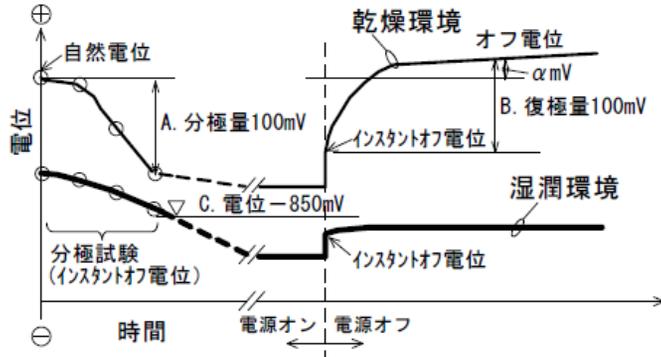
電気防食工法は、コンクリート表面に陽極材を設置し、かぶりコンクリートを介してコンクリート中の鋼材に直流電流を流すことにより、鋼材を( A )分極させて防食する工法である。防食状態を判定する場合は、通電を一旦停止し、その直後から24時間後までに、( B )方向に100 mV以上復極することを確認するのが一般的である。なお、干満帯などの湿潤な環境では、24時間後の復極量は( C )なる傾向がある。

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

電気防食の原理



電気防食工法の通電管理方法



問題(36)の解説 (2020年の再掲)

正解は、(3) が適当

電気防食工法に関する問題

電気防食工法は、鉄筋をカソード分極させて防食する工法である。

一旦、通電を止めて、貴の方向に復極することを確認して正常に働いていることを確認する。

湿潤状態では、復極量は小さくなる。

【問題 37】

矩形(長方形)断面のRC橋脚に対する炭素繊維シート巻き立て工法の施工に関する次の(1)～(4)の記述のうち、不適当なものはどれか。

- (1) 橋脚の隅角部を  $R = 50 \text{ mm}$  で面取りして、炭素繊維シートの応力集中を緩和した。
- (2) 低温時の施工であったため、溶剤を添加して含浸接着剤の粘度を低減した。
- (3) 含浸接着剤の硬化後、浮きの有無を確認するため、打音診断棒(バルハンマー)を用いて打音検査を行った。
- (4) 炭素繊維シートの残材の廃棄に当たり、廃プラスチックに分類した。

## 問題(37)の解説

正解は、(2) が不適当

炭素繊維シート巻き立て工法に関する不適当なものを選択する問題

- (1) 適切な記述
- (2) 溶剤添加は低温時に硬化不良や接着性の低下を招くため、不適当
- (3) 適切な記述
- (4) 炭素繊維を廃プラスチックの分類するのは、適当

【問題 38】

沿岸部に位置する写真に示すようなポストテンションPC単純T桁橋において、既設PC鋼材の腐食破断が確認され、外ケーブル補強を行うこととなった。外ケーブル補強に関する次の(1)～(4)の記述のうち、最も不適当なものはどれか。



写真 外ケーブル補強の実態例

- (1) 外ケーブルは、主桁のウェブの両側に左右対称に配置した。
- (2) 外ケーブルは、桁端部の下フランジに定着した。
- (3) 外ケーブルの偏向部における曲げ半径は、最小曲げ半径以上とした。
- (4) 外ケーブルの偏向部は、剛性の大きい横桁位置に配置した。

## 問題(38)の解説

正解は、(2) が最も不適当

- (1) アウトケーブルは両面に設置するのが基本 適当
- (2) アウトケーブルを桁端部の下フランジでは効果が期待できない。 不適当
- (3) 外ケーブルの偏向部においては曲げ内半径以上とする 適当
- (4) 外ケーブルの偏向部は、剛性の大きい横げた位置に設置する 適当

【問題 39】

海岸線近くの構造物など、塩害環境が補強鋼材の腐食に大きく影響する場合、ライフサイクルコストの最小化を目的として、アラミド繊維補強材が用いられることがある。異形棒鋼(SD345)と比較したアラミド繊維補強材の特性とその大小関係を示した次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。

	特性	大小関係
(1)	引張強度	アラミド繊維補強材 < 異形棒鋼(SD345)
(2)	ヤング係数	アラミド繊維補強材 < 異形棒鋼(SD345)
(3)	破断伸び	アラミド繊維補強材 < 異形棒鋼(SD345)
(4)	線膨張係数	アラミド繊維補強材 < 異形棒鋼(SD345)

問題(39)の解説

2018年度 問題38の類似

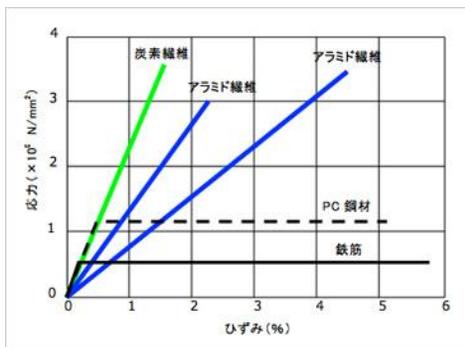
正解は、(1) が不適当

アラミド繊維補強と異形棒鋼(SD345)の比較

- (1) 引張強度は、アラミド繊維の方が大きいので。 不適当
- (2) ヤング係数は、アラミド繊維の方が小さい。 適当
- (3) 破断伸びは、アラミド繊維の方が小さい。 適当
- (4) 線膨張係数は、アラミド繊維の方が小さい。 適当

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	1,900~2,300	1,400~1,800	600~900	490
ヤング係数	130~150	50~70	30	210
線膨張係数	0.6	-2~-5	9	12

荷重を受けた時の変形の状態



【問題 40】

図に示す RC 橋脚の耐震診断を行ったところ、保有せん断耐力が 385 kN であった。鋼板巻立工法によりこの RC 橋脚のせん断耐力を 853 kN まで補強する場合、鋼板の計算上の必要最小厚さとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。なお、鋼板の施工上の必要厚さなどは考慮しないものとし、鋼板の設計せん断降伏強度 130 N/mm<sup>2</sup>、部材係数 1.0 を用いて、下式により鋼板が負担するせん断耐力を計算するものとする。

$$V_{sd} = 2 \times t \times h \times f_{syd} / \gamma_b \quad (\text{式})$$

ここに、 $V_{sd}$ ：鋼板が負担するせん断耐力(kN)

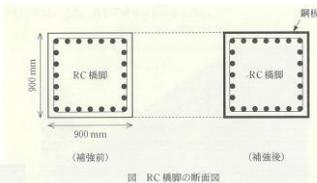
$t$ ：鋼板の厚さ(mm)

$h$ ：断面の高さ(mm)

$f_{syd}$ ：鋼板の設計せん断降伏強度(N/mm<sup>2</sup>)

$\gamma_b$ ：部材係数

- (1) 1.0 mm
- (2) 2.0 mm
- (3) 3.0 mm
- (4) 4.0 mm



## 問題(40)の解説

正解は、(2)

鋼板巻き立て工法に際しての鋼板の厚さをどのように設定するかを問う問題

$$V_{sd} = 2 \times t \times h \times f_{svyd} / \gamma_b$$

$V_{sd}$ : 鋼板が負担するせん断耐力(kN)     $t$ : 鋼板の厚さ(mm)  
 $h$ : 鋼板の高さ(mm)     $f_{svyd}$ : 鋼板の設計せん断降伏強度(N/mm<sup>2</sup>)  
 $\gamma_b$ : 部材係数

853kN まで補強する。保有せん断力 385kN

$h=900$      $f_{svyd}=130$      $\gamma_b=1.0$

$$(853-385) \times 1000 = 2t \times 900 \times 130 / 1 \quad t=2\text{mm}$$