

# 2016年度 コンクリート診断士試験解説

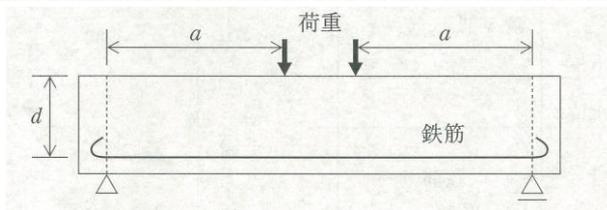
十河 茂幸

江良 和徳

## 【問題 4】

単純支持された鉄筋コンクリート梁が集中荷重を受ける場合の破壊形態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。

下図に示すようなせん断補強筋を有しない鉄筋コンクリート梁部材の破壊形態は、せん断スパン比 ( $a/d$ ) により変化する。鉄筋比が一定の場合、 $a/d$  が 6.5 程度より大きい梁では (A) が生じやすい。また、 $a/d$  が 5.5 程度より小さい梁では (B) が発生しやすくなり、さらに  $a/d$  が 1.0 程度のディープビームでは (C) となる。



	(A)	(B)	(C)
(1)	曲げ破壊	せん断圧縮破壊	斜め引張破壊
(2)	曲げ破壊	斜め引張破壊	せん断圧縮破壊
(3)	斜め引張破壊	曲げ破壊	せん断圧縮破壊
(4)	斜め引張破壊	せん断圧縮破壊	曲げ破壊

## 問題 4

梁部材の破壊形態は、せん断スパン比 ( $a/d$ ) によって大まかに3つの破壊形態に分類できる。

細長い梁は曲げ破壊が先行し、逆に太くて短い梁はせん断破壊が先行する。

表にせん断スパン比と破壊形態の関係を示す。

$a/d$ が6.5程度より大きい梁では曲げ破壊、5.5程度より小さい梁では斜め引張破壊、1.0程度ではせん断破壊となる。

以上のことから、(2)が適当である。

表 せん断スパン比と破壊形態の関係 (土木構造物)  
(出典: コンクリート診断技術'16 [基礎編] p.65)

梁部材の分類	破壊形態	せん断スパン比 ( $a/d$ )	
		集中荷重の場合 ( $a/d$ )	分布荷重の場合 ( $lc/d$ )
細長い梁	曲げ破壊	5.5 以上	16 以上
両者の中間	斜め引張破壊	2.5 ~ 5.5	5 ~ 16
ディーブーム	せん断圧縮破壊	1.0 ~ 2.5	1.0 ~ 5.0

注)  $d$ : 有効高さ,  $a$ : 支点から集中荷重作用位置までの距離,  $lc$ : 支点から分布荷重中心までの距離

### 【問題 14】

図1に示すように、コンクリート表面から空隙までの深さを衝撃弾性波法によって推定する。センサ1で測定された波形を周波数分析した結果、図2に示す周波数スペクトルが得られた。また、図3には、センサ1およびセンサ2で測定された波形の0~50  $\mu\text{s}$  までを拡大しており、弾性波の到達時刻を読み取った値も示している。このとき、コンクリート表面から空隙までの深さの推定値として、次の(1)~(4)のうち最も適当なものはどれか。ただし、センサ1とセンサ2の中心間距離は100 mm である。

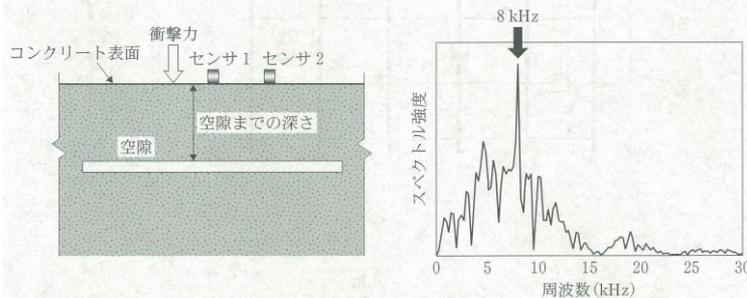
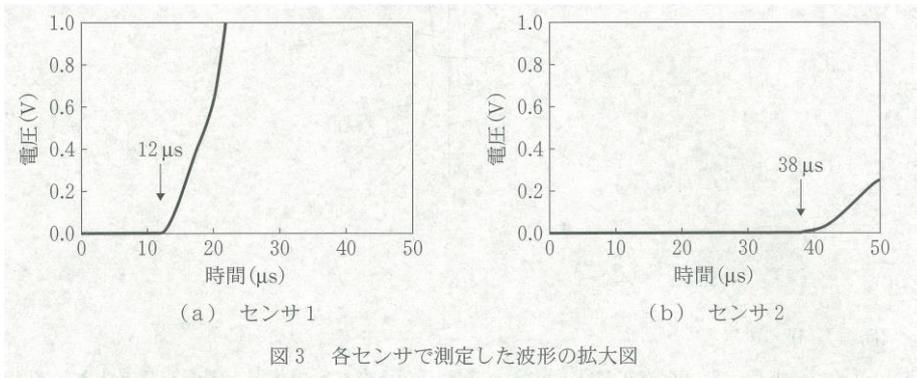


図1 断面図と測定概要

図2 周波数スペクトル



- (1) 120 mm
- (2) 125 mm
- (3) 240 mm
- (4) 250 mm

## 問題 14

コンクリート表面から打撃等により弾性波を生じさせると、コンクリート部材の厚さ方向に半波長の整数倍の共振が生じる。これを利用して、式 (1) を用いてコンクリート表面から内部欠陥（空隙）や剥離の深さを推定することができる。

$$L = nV_p/2f \quad \cdots \text{式 (1)}$$

ここに、 $L$ : 欠陥深さ (m)  
 $n$ : 共振周波数の次数  
 $V_p$ : 弾性波伝搬速度 (m/s)  
 $f$ : 共振周波数 (Hz) ( $\text{s}^{-1}$ )

図 2 の周波数スペクトルより、8 kHz に一次共振周波数と思われる卓越周波数が認められた。よって、 $n = 1$ 、 $f = 8 \text{ kHz}$  とする。

また、図 3 の各センサーで測定された波形より、(a) センサ 1 では  $12 \mu\text{s}$ 、(b) センサ 2 では  $38 \mu\text{s}$  でコンクリート表面を伝搬した弾性波が到達している。センサ 1 とセンサ 2 の中心間距離  $S$  は  $100 \text{ mm}$  ( $0.1 \text{ m}$ ) で、到達時刻の差  $t$  は  $26 \mu\text{s}$  であるので、コンクリート中の弾性波伝搬速度  $V_p$  は、式 (2) から求められる。

$$V_p = S/t \quad \cdots \text{式 (2)}$$

ここに、 $V_p$ : 弾性波伝搬速度 (m/s)  
 $S$ : 距離 (m)  
 $t$ : 時間 (s)

弾性波伝搬速度  $V_p$  は  $3846 \text{ m/s}$  となり、 $n = 1$ 、 $f = 8 \text{ kHz}$  ( $8000 \text{ s}^{-1}$ ) も式 (1) に代入すると、欠陥深さ  $L$  は  $0.240 \text{ m}$ 、すなわち  $240 \text{ mm}$  となる。

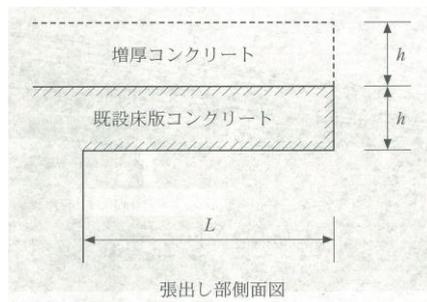
以上のことから (3) が最も適当である。

正解 (3)

## 【問題 31】

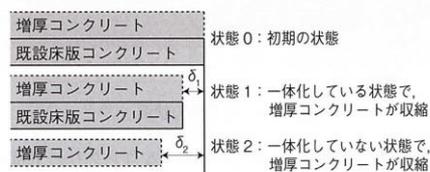
鉄筋コンクリート張出し床版の上面を、同一幅で同一高さ $h$ のコンクリートにより図のように増厚した。増厚したコンクリートが張出スパン $L$ 方向に一様に収縮する場合、増厚コンクリートおよび既設床版コンクリートのそれぞれの断面図心に作用する軸力の(1)～(4)の組合せのうち、適当なものはどれか。

ただし、増厚コンクリートと既設床版コンクリートはいずれも弾性体とし、両者は完全に一体化しているものとする。また、自重の影響および収縮によるひび割れの発生は無いものとする。



	増厚コンクリート 断面の軸力	既設床版コンクリート 断面の軸力
(1)	引張力	引張力
(2)	圧縮力	引張力
(3)	引張力	圧縮力
(4)	圧縮力	圧縮力

## 問題 31



上図を参照して考える。初期の状態から、増厚コンクリートが一様に収縮すると $\delta_1$ の変形量が生じる。また、仮に増厚コンクリートが既設床版コンクリートと一体化していないとすると、 $\delta_2$ の変形量が生じる。状態2では、増厚コンクリートが自由に収縮しているため、軸力は0である。しかし、状態1で増厚コンクリートは軸力0の状態から、 $(\delta_2 - \delta_1)$ だけ伸ばされている。従って、増厚コンクリートの軸力は引張力になる。

一方、既設床版コンクリートは軸力0の初期の状態から、状態1では $\delta_1$ だけ圧縮されている。従って、既設床版コンクリートの軸力は圧縮力になる。

以上のことから、(3)が適当である。

正解 (3)

## 【問題 38】

れんが積み橋脚の耐震補強対策として、下図に示すように、コンクリート巻立て工法を適用した。活荷重により軸圧縮力  $P$  が作用する場合、れんが積み橋脚の基部断面での  $P$  による軸圧縮応力度の補強前後の比率(補強後/補強前)として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。

ただし、れんが積み橋脚と巻立てコンクリートは完全に一体化しているものとし、橋脚基部での両者の断面積およびヤング係数はそれぞれ下表に示すとおりである。また、 $P$  は図心に作用するものとし、自重および鉄筋の影響、巻立てコンクリートの収縮の影響は無視する。

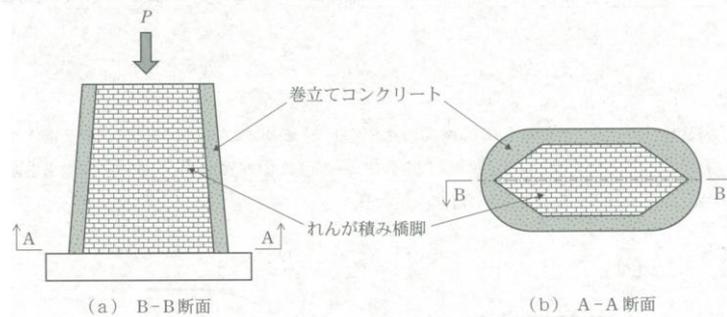


図 補強後のれんが積み橋脚の概要

表 橋脚基部での断面積およびヤング係数

	断面積 ( $\text{mm}^2$ )	ヤング係数 ( $\text{kN}/\text{mm}^2$ )
れんが積み橋脚	$2.0 \times 10^6$	10.0
巻立てコンクリート	$2.0 \times 10^6$	25.0
合計	$4.0 \times 10^6$	—

(1) 約 29 %

(2) 約 50 %

(3) 約 71 %

(4) 約 80 %

## 問題 38

れんが積み橋脚が負担する軸圧縮力を  $P_1$ 、巻立てコンクリートが負担する軸圧縮力を  $P_2$  とする。 $P_1$  と  $P_2$  の合計は  $P$  になるので、式 (1) が成立する。

$$P_1 + P_2 = P \quad \dots\dots \text{式 (1)}$$

一般に、ヤング係数  $E$ 、断面積  $A$ 、高さ  $h$  の弾性体に、軸圧縮力  $F$  が作用した時の変形量  $\delta$  は以下のように表せる。

$$\delta = \varepsilon h = \frac{\sigma}{E} h = \frac{Fh}{EA}$$

本問では、れんが積み橋脚と巻立てコンクリートは一体化しているの、それぞれが  $P_1$ 、 $P_2$  の軸圧縮力を受けた場合の変形量は等しい。れんが積み橋脚のヤング係数を  $E_1$ 、断面積を  $A_1$ 、高さを  $h_1$ 、巻立てコンクリートのヤング係数を  $E_2$ 、断面積を  $A_2$ 、高さを  $h_2$  とすると、式 (2) が成立する。

$$\frac{P_1 h_1}{E_1 A_1} = \frac{P_2 h_2}{E_2 A_2} \quad \dots\dots \text{式 (2)}$$

式 (1)、(2) を連立させて解き、問題で与えられている数値を代入すると、以下のようになる。

$$P_1 = \frac{E_1 A_1}{E_1 A_1 + E_2 A_2} P = \frac{10.0 \times 2.0 \times 10^6}{10.0 \times 2.0 \times 10^6 + 25.0 \times 2.0 \times 10^6} P = 0.29P$$

すなわち、コンクリート巻立て工法による耐震補強の結果、れんが積み橋脚が負担する軸圧縮力は、補強前の 29% の値になることが分かる。

以上のことから、(1) が適当である。

正解 (1)

### 【問題 39】

鉄筋コンクリート構造物に断面修復工法を適用する場合の維持管理費を算出することとした。表に示す実施要領に基づき断面修復を施した場合、供用開始から 100 年目までの維持管理費の総額(単位面積当たり)として、適当なものはどれか。ただし、鉄筋位置での塩化物イオン濃度の推定値は図に示すとおりとし、点検・調査費、社会的割引率および物価変動率は考慮しない。

表 断面修復工法の実施要領

工法実施の条件	初回 実施費用 (千円/m <sup>2</sup> )	2回目以降 実施費用 (千円/m <sup>2</sup> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄筋位置での塩化物イオン濃度が 1.2 kg/m<sup>3</sup> に達した時に実施する。</li> <li>・全てのかぶりコンクリートを除去し、断面修復材で修復する。</li> <li>・対策後の既設コンクリートに残留する塩化物イオンの再拡散は無視する。</li> </ul>	150	150

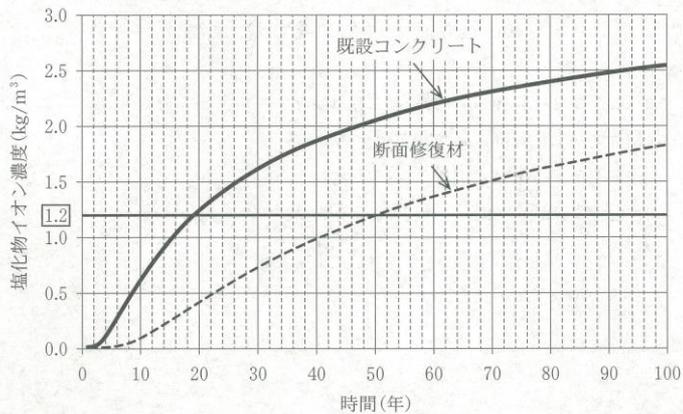


図 鉄筋位置での塩化物イオン濃度の推定値

- (1) 150 千円/m<sup>2</sup>  
 (2) 300 千円/m<sup>2</sup>  
 (3) 450 千円/m<sup>2</sup>  
 (4) 600 千円/m<sup>2</sup>

## 問題 39

初回の断面修復を実施する時期は、図中の既設コンクリートの塩化物イオン濃度が $1.2\text{kg/m}^3$ に達した時期であるので、供用開始後19年になる。初回の断面修復後、2回目以降の断面修復は、図中の断面修復材の塩化物イオン濃度が $1.2\text{kg/m}^3$ に達した時期である。従って、前回の断面修復後50年で実施することになる。

以上より、3回目の断面修復までの経過年数をまとめると、初回が19年、2回目が69年、3回目が119年となる。問題では供用開始から100年までの維持管理費の総額を求められている。したがって、総額は初回と2回目を考慮して、 $(150 + 150 = 300\text{千円/m}^2)$ となる。

以上のことから、(2)が適当である。

正解 (2)