

# 2020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 15】

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。

コンクリートの受熱温度を推定する方法には、UV スペクトル法と、(A)による酸素消費量の定量分析の2種類がある。いずれの方法も、コンクリートが600℃付近まで加熱されるとコンクリート中の化学混和剤の濃度が(B)することに着目したものである。

UV スペクトル法は、分光光度計を用いて波長260 nmにおけるUV光を分析し、吸光度と加熱温度との関係(検量線)から、受熱温度を推定する方法であるが、(C)系の化学混和剤を用いたコンクリートには適用することはできない。これは、(C)系の化学混和剤の分子構造にはベンゼン環が含まれておらず、波長260 nmにおけるUV光が吸光されないためである。

	(A)	(B)	(C)
(1)	過マンガン酸カリウム	増加	リグニンスルホン酸
(2)	過マンガン酸カリウム	減少	ポリカルボン酸
(3)	グルコン酸ナトリウム	増加	ポリカルボン酸
(4)	グルコン酸ナトリウム	減少	リグニンスルホン酸

## 問題(15)の解答

火災を受けたコンクリートの受熱温度を推定する方法に関する問題。

コンクリート中の混和剤に着目した受熱温度を推定する方法がある。  
600°C付近まで受熱すると化学混和剤の濃度が減少することに着目。

コンクリート中の化学混和剤濃度を分析して受熱温度を推定する方法には、UVスペクトル法と過マンガン酸カリウム法である。

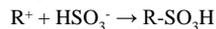
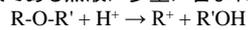
**UVスペクトル法**は、吸光度と加熱温度の検量線から求める方法。

**過マンガン酸カリウム法**は、酸素消費量の定量分析をする方法。

ポリカルボン酸系混和剤はベンゼン環を含まないから、これを用いたコンクリートの場合にはUVスペクトル法は適用できない。

**リグニンスルホン酸**は、リグニン分解物の一部がスルホン化された化合物。

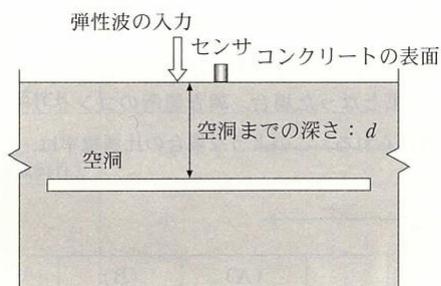
亜硫酸法によるパルプ製造工程で下記の反応により木材中のリグニン(R-O-R')から生成し、廃液である黒液に多量に含まれる。



### 【問題 17】

図に示すように、コンクリート表面から空洞までの深さを衝撃弾性波法によって推定する。

コンクリート中の縦波による一次の共振周波数  $f$  と弾性波伝播速度  $V_p$  から、空洞までの深さ  $d$  を推定する式として(1)～(4)のうち、適切なものはどれか。



$$(1) \quad d = \frac{V_p}{f}$$

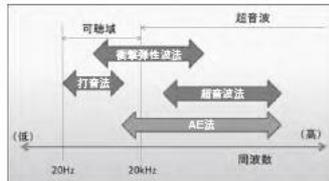
$$(2) \quad d = \frac{V_p}{2f}$$

$$(3) \quad d = \frac{f}{V_p}$$

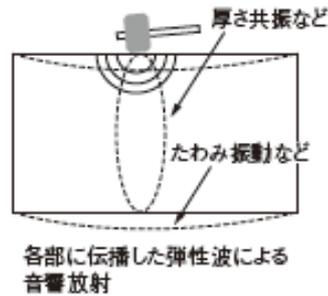
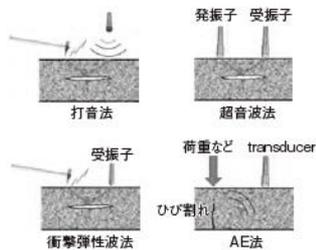
$$(4) \quad d = \frac{2f}{V_p}$$

## 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



## 問題(17)の解答

衝撃弾性波法により内部空洞の位置を推定する方法に関する問題。

深さ $d$ は、弾性波伝搬速度周波数で除して伝播距離を求め、その半分とする。

適当な式は、(2)。

$$2d = V_p / f$$

弾性波伝播速度 $V_p$ :

一次共振周波数  $f$  :

## 【問題 18】

コンクリート構造物の鉄筋探査に電磁波レーダ法を用いる場合のキャリブレーションに関して、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。

鉄筋のかぶり(厚さ)を精度良く推定するためには、コンクリートの比誘電率の設定が重要である。例えば、比誘電率の初期値  $\epsilon_0$  を用いて測定したかぶり(厚さ)の推定値が、実測されたかぶり(厚さ)よりも小さい結果となった場合、調査箇所のコンクリートの含水率が想定よりも ( A ) ことが原因と考えられる。このような場合の比誘電率は、初期値  $\epsilon_0$  よりも ( B ) 値に変更するとよい。

	(A)	(B)
(1)	高かった	低い
(2)	高かった	高い
(3)	低かった	高い
(4)	低かった	低い

## 問題(18)の解答

鉄筋の探査に電磁波レーダーを用いる時のキャリブレーションに関する問題。

コンクリートの比誘電率により測定結果の補正が必要で、コンクリートの含水率により変化する。含水率が低い(A)と比誘電率は小さくなり、かぶり厚さは小さく推定される。

正解 (4)

含水率が高いほど、誘電率が高い。

比誘電率 空気 1

水 81

コンクリート(乾燥状態) 4～10

コンクリート(湿潤状態) 10～20

## 【問題 29】

劣化機構の推定が難しい場合等の劣化予測方法の一つに、蓄積された点検結果を用いて外観上のグレード等の経時変化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。

下図の点検結果が得られている場合、0年時点で健全度 a にある標本数 100 のうち、標本数 20 が 10年時点で健全度 b に遷移しているため、健全度 a から健全度 b への遷移確率は 20 % となる。同様に、健全度 a から健全度 c への遷移確率は 10 % となる。10年時点から 20年時点への各健全度間の遷移確率も 0年時点から 10年時点の遷移確率と同じとし、健全度 c から健全度 c への遷移確率は 100 % とする。このとき、健全度 b から健全度 c への遷移確率として次の (1)～(4) のうち、適当なものはどれか。

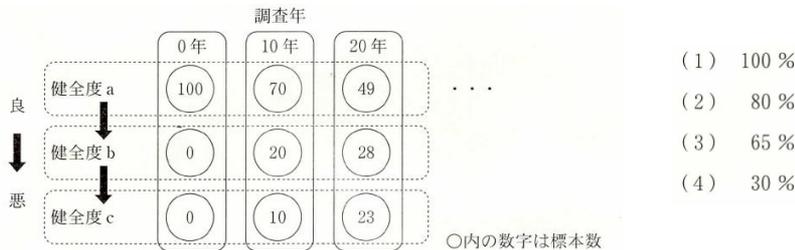


図 調査年毎の点検結果(健全度毎の標本数)

## 問題(29)の解答

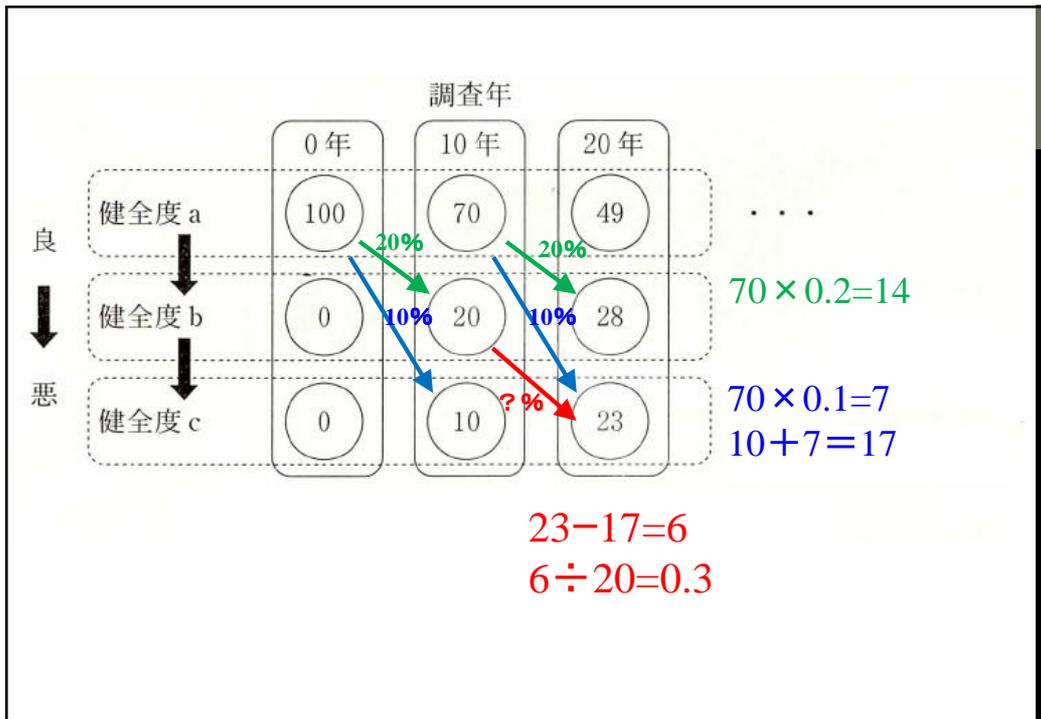
マルコフ連鎖モデルによる経年劣化の統計学的推定に関する問題。

10年後から20年後の間で、aからcに遷移するものは  
 $70 \times 0.1 = 7$

10年目にaからcに遷移したものは10であったので、  
 20年目のcのうち、bからcに10年間で遷移したものは、  
 $23 - 10 - 7 = 6$

よって、健全度 b から健全度 c への遷移確率は、  
 $6 \div 20 = 0.3$  つまり 30%となる。

正解 (4)

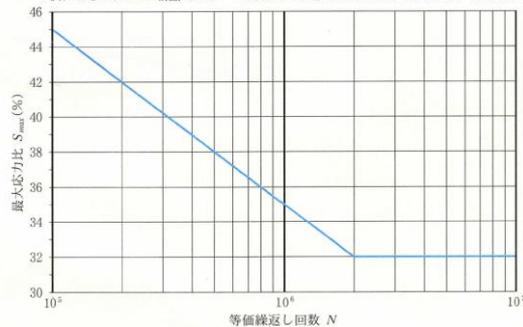


## 【問題 34】

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 0.73 に達し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、 $168 \text{ N/mm}^2$  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と等価繰返し回数  $N$  の関係は下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  $S_{max}$  は次式で表されるものとする。

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



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

- (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(34)の解答

RC道路橋のマイナー則に関する計算問題。

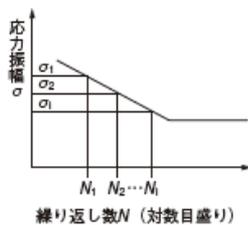
累積疲労度Mが0.73に達している。

Mが1.0に達するまでには、 $M=1-0.73=0.27$ が不足している。

引張鉄筋(引張強度 $400\text{N/mm}^2$ )に最大引張応力度 $168\text{N/mm}^2$ に等価な応力が作用すると、 $168 \div 400 = 0.42$  で、等価繰り返し回数20万回で疲労する。

20万回の0.27は、5万4千回で毎月300回とすると $300 \times 12 = 3600$ 回となり、これで除すと、 $54,000 \div 3,600 = 15$ 年となる。 正解 (1)

●S-N曲線の例



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

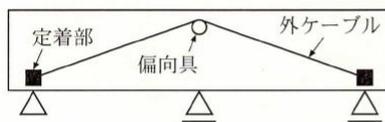
ここに、M: 累積疲労損傷度

$n_j$ : 作用応力振幅 $\Delta\sigma$ の繰り返し回数

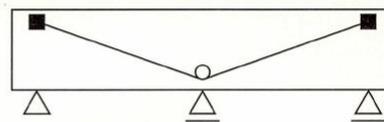
$N_j$ : 作用応力振幅 $\Delta\sigma$ による疲労寿命

### 【問題 39】

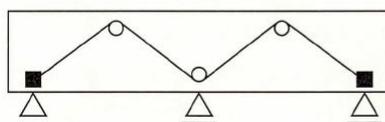
車両の大型化に対する耐荷力向上を目的として、連続桁の外ケーブル工法による補強を計画した。外ケーブルの配置の概念図として次の(1)～(4)のうち、各支間中央部における断面の曲げ耐力の補強効果が高い配置として適当なものはどれか。



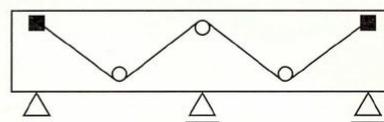
(1)



(2)



(3)



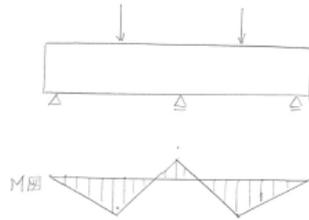
(4)

## 問題(39)の解答

梁の耐荷性の向上のために外ケーブルの配置として  
 適当なものは、(4)。

曲げモーメントが大きくなる箇所から上向きに補強する。

正解 (4)



### 【問題 40】

海岸近くにある RC 構造物について、表 1 に示す維持管理計画を策定した。現時点における再構築費用との比較を行うため、本計画における今後 70 年間の維持管理費用の現在価値を求めることとした。この現在価値として次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

表 1 維持管理計画

維持管理方針	今年の工事で断面修復工と表面被覆工を行い、その後、15年ごとに表面被覆工を行うこととする。	
	最初の断面修復工と表面被覆工の費用	50百万円
	15年ごとに実施する表面被覆工の費用	30百万円

表 2 現在価値への換算に用いる値

経過年 ( $n$ )	$(1+r)^n$ の値
15	1.159
30	1.344
45	1.558
60	1.806

ここで、割引率  $r$  は式 1、 $n$  年後に要する費用を現在価値に置き換える式は式 2 で表され、

$(1+r)^n$  の値は、表 2 の値を用いてもよい。

$$r = \frac{(1+i)}{(1+h)} - 1 \dots\dots\dots \text{式 1}$$

$$\text{現在価値} = \frac{n \text{ 年後の費用}}{(1+r)^n} \dots\dots\dots \text{式 2}$$

$r$ : 割引率,  $h$ : 資本の利率(0.01),  $i$ : 物価変動率(0.02)とする。

(1) 226 百万円

(2) 170 百万円

(3) 134 百万円

(4) 94 百万円

## 問題(40)の解答

維持管理費の現在価値を問う問題。

今後70年間の維持管理費用の現在価値は

$$50 + 30 / 1.159 + 30 / 1.344 + 30 / 1.558 + 30 / 1.806 \\ = 50 + 25.9 + 22.3 + 19.3 + 16.6 = 134.1 \text{ (百万円)}$$

正解 (3)

## ■ LCC (ライフサイクルコスト)

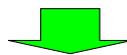
(A) 新設構造物の場合 (= PFI事業)

1) 割引率: 0%

ライフサイクルコスト

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

初期建設費      補修費      更新費



2) 割引率:  $r$  (現在価値に換算したライフサイクルコスト)

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

**■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%)