

2022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 5】

RC 造床スラブの中央におもりを落下させて振動計測を行った。健全な状態のスラブにより計測された波形の概念図を図に示す。このスラブに大たわみによるひび割れが生じた場合に、同じ方法により計測される波形の概念図として、次の(1)～(4)のうち、最も適当なものはどれか。なお、以下に示す概念図の時間および加速度のスケールはいずれも同一とする。

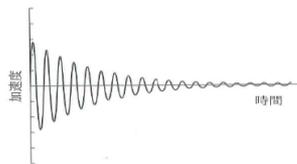
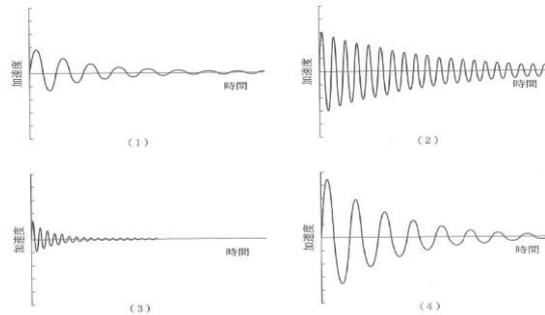


図 健全な状態のスラブにより計測された波形の概念図



問題(5)の解説

RC造床スラブの中央におもりを落下させて振動計測を行った際の、加速度と時間の波形の概念図に関する問題である。

健全な状態のスラブで測定された波形に対して、ひび割れが生じた場合は、大きなたわみが生じ、加速度は小さくなり、周波数も小さくなる。

したがって、(1)が適当である。

【問題 19】

アルカリシリカ反応が疑われるコンクリート構造物について、JCI-S-011-2017(コンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法)に従ってコア試料を採取して、解放膨張率および促進膨張率を測定した。このとき実施した操作に関する次の(1)～(4)の記述のうち、JCI-S-011-2017の規定に照らして、不適当なものはどれか。

- (1) コア試料を採取した直後に基長を測定できなかったため、コア試料が乾燥しないようにラップフィルム及びプラスチック製袋で密封した。
- (2) 基長の測定が終了したコア試料は、解放膨張率を測定するため、密閉容器に入れ、温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 95 % 以上で貯蔵した。
- (3) 解放膨張率の測定が終了したコア試料は、促進膨張率を測定するため、密閉容器に入れ、温度 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 95 % 以上で貯蔵した。
- (4) 促進膨張率の算定に用いるコア試料の長さ測定は、コア試料を促進養生の環境から取り出した直後に行った。

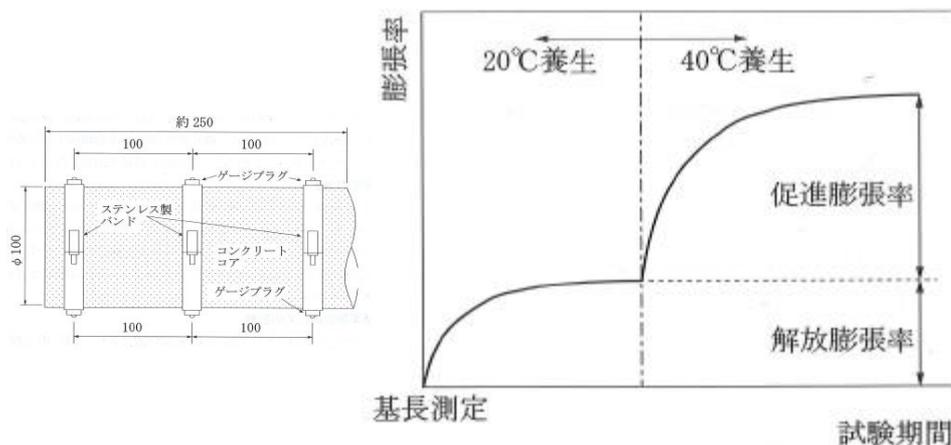
問題(19)の解説

ASRが疑われるコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法(JCI-S-011-2017)に関する問題。

- (1) コア試料の水分量変化を防ぐためにラップする。
- (2) 解放膨張率の養生条件は $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度95%以上。
- (3) 促進膨張率の養生条件は $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度95%以上。
- (4) 促進膨張率の長さ測定は、コア試料を促進養生の環境から取り出した直後ではなく、 20°C で24時間静置したうえで測定する。不適。

正解:(4)

【JCI-S-011法について】



【促進養生試験について】

試験方法	養生条件	測定期間	コア径
JCI-S-011法 (旧JCI-DD2法)	40℃ 湿度95%以上	3ヶ月～6ヶ月	Φ100mm
アルカリ溶液浸漬法 (旧カナダ法)	80℃ NaOH溶液	14日～28日	Φ50mm
飽和NaCl溶液浸漬法 (旧デンマーク法)	50℃ NaCl溶液	3ヶ月	Φ50mm

【問題 23】

RC造建築物の床のコンクリートを打ち込んだ翌日に、写真に示す白色の析出物が発生した。発生時期から判断した析出物の主成分に関する、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。

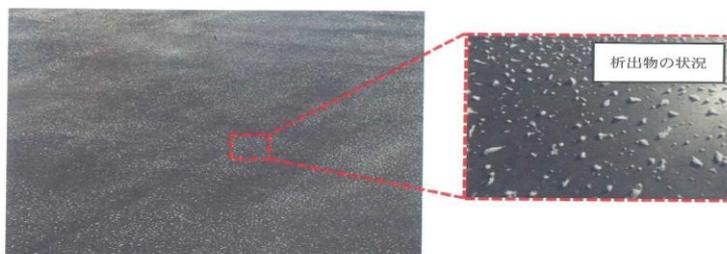


写真 床上の白色析出物

写真の析出物は冬期に見られたことから、低温ほど水への溶解度が(A)なる性質を持つコンクリート中の(B)が、フリーディング水等とともに表層に上昇し、表面で空気中の二酸化炭素を取り込み、主に(C)として生成したものと判断した。

	(A)	(B)	(C)
(1)	高 <	水酸化カルシウム	炭酸カルシウム
(2)	高 <	エトリンガイト	硫酸塩
(3)	低 <	水酸化カルシウム	炭酸カルシウム
(4)	低 <	エトリンガイト	硫酸塩

問題(23)の解説

RC造建築物の床のコンクリートに打ち込んだ翌日にできた析出物に関する問題である。

析出物は冬期に生じ、低温ほど水への溶解度が高くなるため、コンクリート中の水酸化カルシウムがブリーディング水とともに表層に上昇し、空気中の二酸化炭素を取り込み、炭酸カルシウムが生成されたものと考えられる。

したがって、(1)が適当である。

【問題 24】

図に示す、建設後40年が経過したポストテンション方式のPC単純桁において、PC鋼材に沿った軸方向のひび割れとともに、支間中央部で過大な上反り(むくり)の変形が確認された。上反りが生じた原因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。

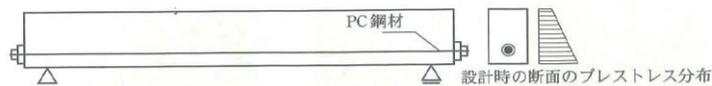


図 PC単純桁の概念図

ひび割れの状況から、(A)による変状が発生していると推定される。このとき、桁の断面下部では、プレストレスによる拘束で、コンクリートの部材軸方向の(B)側へのひずみが大きくなり、これに対し、桁の断面上部では、コンクリートの(C)側へのひずみが大きくなったと考えられる。以上のことから、支間中央部で上反り(むくり)の変形が生じたと考えられる。

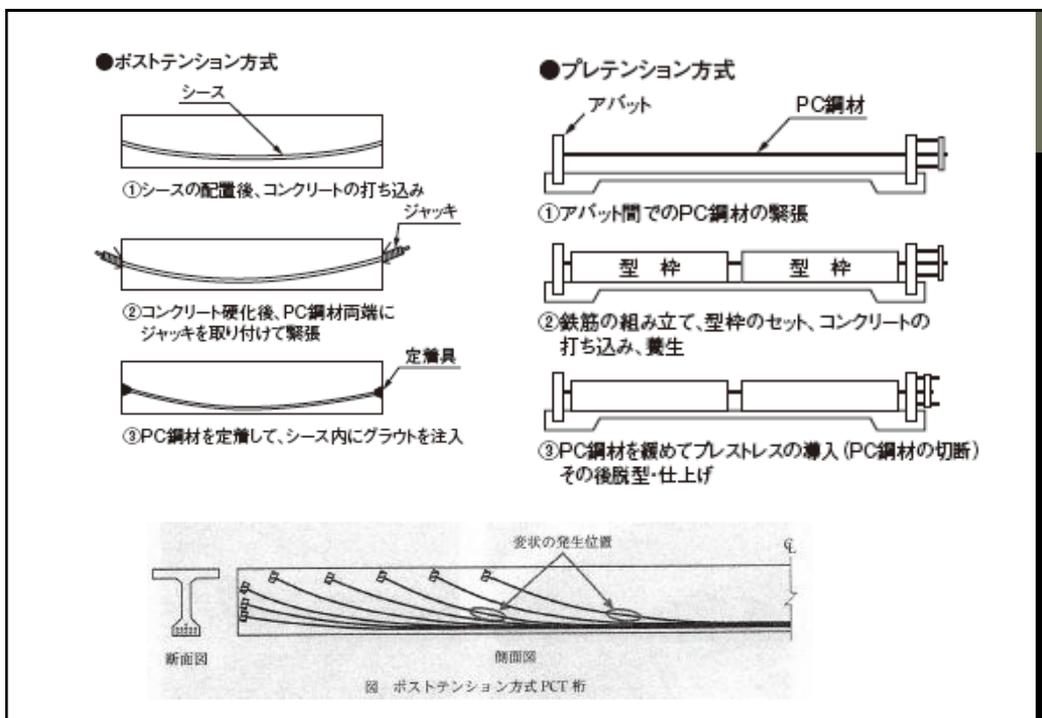
	(A)	(B)	(C)
(1)	コンクリートにASR	収縮(圧縮)	膨張(引張)
(2)	コンクリートにASR	膨張(引張)	収縮(圧縮)
(3)	PC鋼材のリラクセーション	収縮(圧縮)	膨張(引張)
(4)	PC鋼材のリラクセーション	膨張(引張)	収縮(圧縮)

問題(24)の解説

建設後40年が経過したPC単純桁に軸方向のひび割れと中央部の上側の反りの変形が生じた原因に関する問題である。

軸方向のひび割れはASRにより生じたと考えられ、軸方向の圧縮側へのひずみが大きくなり、桁の上部では引張側へのひずみが大きくなったと考えられる。

したがって、(1)が適当である。



【問題 35】

鉄道橋のRC桁において、線形累積損傷則(マイナー則)により疲労照査を行ったところ、引張鉄筋の累積疲労度 M が 0.60 に達していた。このため、鋼板接着を行ったところ、鉄筋の発生応力度は補強前の $6/7$ となった。マイナー則に基づいて鉄筋の疲労限界が延長される期間として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。

ただし、対策前の鉄筋には 126 N/mm^2 の最大引張応力度に等価な応力が毎年 5 000 回作用していた。また、鉄筋の最大応力比 S_{max} 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 300 N/mm^2 、最大応力比 S_{max} は次式によるものとする。

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

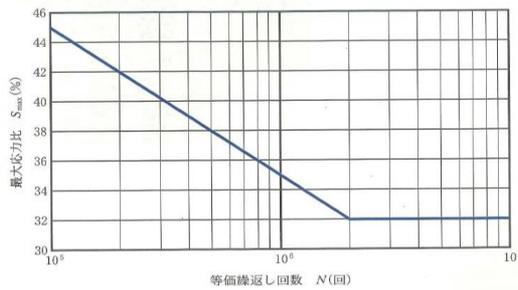


図 S-N線図

- (1) 16年
- (2) 32年
- (3) 48年
- (4) 64年

問題(35)の解説

鉄道橋のRC桁の疲労照査に関する問題。

累積疲労度 $M=0.6$ に達しているところに鋼板接着で補強して、鉄筋の発生応力度が補強前の $6/7$ になっている。残存する累積疲労度は、 $M=0.4$ である。

まず、対策前の鉄筋の最大引張応力度は 126 N/mm^2 。
 $126/300=0.42 \Rightarrow$ このときの $N=2 \times 10^5$ (20万) 回。
 残存する累積疲労度は 0.4 で、毎年 5000 回なので、
 $2 \times 10^5 \times 0.4 \div 5000 = 16$ (年)
 つまり、このまま無対策の場合、あと 16 年しかもたない。

次に、対策前の鉄筋の最大引張応力度は 126N/mm^2 だったが、補強をして $6/7$ になった。 $126 \times 6/7 = 108\text{N/mm}^2$ 。
引張強度 300N/mm^2 の S_{\max} に対して、 $108/300 = 0.36$ 。

最大応力比 36% での等価繰返し回数は、 $S-N$ 曲線から読み取ると、 80 万回となる。

残存する累積疲労度は 0.4 、毎年 5000 回なので、
 $80 \times 10^4 \times 0.4 \div 5000 = 64$ (年)となる。
鋼板接着したことで、あと 64 年もつ。

無対策ではあと 16 年。鋼板接着したことであと 64 年。
疲労限界が延長される期間は、 $64 - 16 = 48$ (年)となる。
正解：(3)

【問題 40】

塩害環境にある供用後 30 年を経過した PCT 桁橋において、シナリオ A(断面修復、表面被覆および外ケーブル補強)と、シナリオ B(T 桁の架替え)の 2 つの対策のライフサイクルコスト(LCC)を検討することとした。図に、表 1 のシナリオ B に基づいて算出した LCC を示す。

シナリオ A がシナリオ B の LCC を上回る時点として、次の(1)～(4)のうち、最も近いものはどれか。

なお、法定点検および補修・補強に伴う撤去のための費用は考慮しないものとし、 n 年後に要する費用を現在価値に置き換えた値 V は式 1 で表され、社会的割引率 r は 2.0% とする。現在価値への換算は表 2 の値を用いるものとする。

$$V = \frac{n \text{ 年後の費用}}{(1+r)^n} \quad \dots\dots \text{式 1}$$

表 1 LCC の算出に用いる費用

項目	シナリオ A	シナリオ B
断面修復、表面被覆および外ケーブル補強の費用 (0 年、45 年、90 年に実施)	160 百万円	
表面被覆の費用 (15 年、30 年、60 年、75 年に実施)	50 百万円	
架替え費用 (耐用期間 100 年)		300 百万円

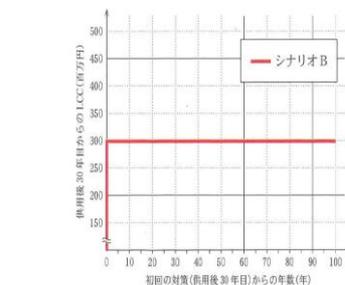


図 表 1 のシナリオ B に基づいて算出した LCC

表 2 現在価値への換算

現在からの経過年 (n)	$(1 + 0.02)^n$ の値
15	1.346
30	1.811
45	2.438
60	3.281
75	4.416
90	5.943

- (1) 45 年後
- (2) 60 年後
- (3) 75 年後
- (4) 90 年後

問題(40)の解説

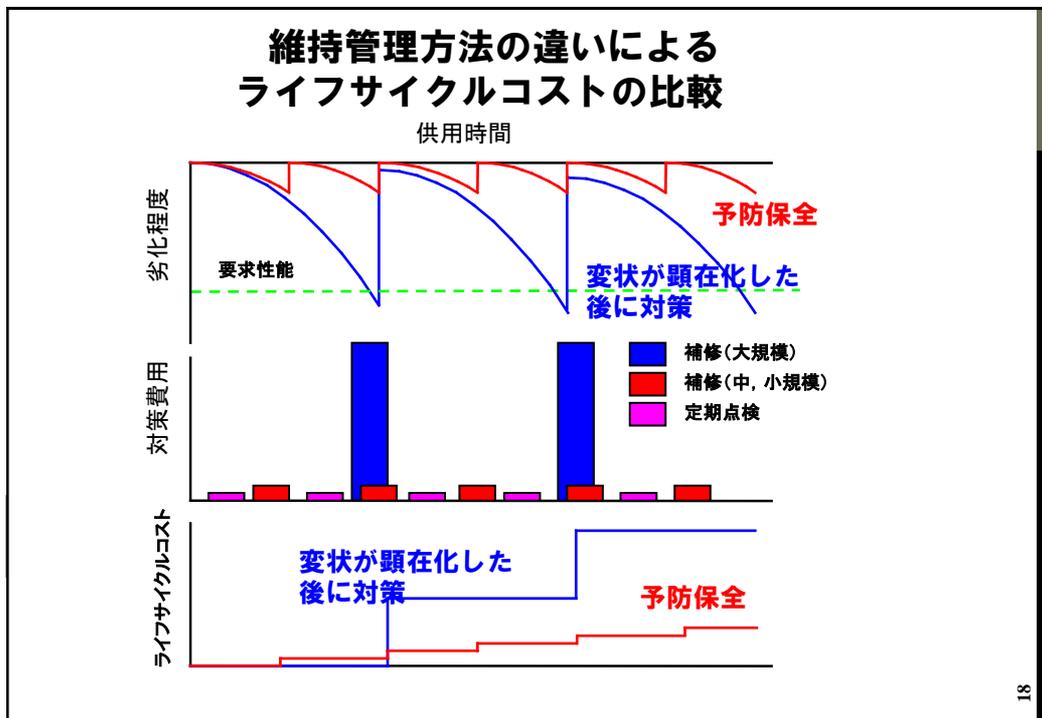
塩害環境にあるPCT桁橋の補修をする場合のライフサイクルコストの比較をする問題である。

シナリオAは断面修復と表面被覆および外ケーブル補強を行い45年ごとに160百万円、15年ごとに表面被覆を行い50百万円かかるとして、架替えを行うシナリオB（架替え費用300百万円）を上回る時期を求める問題である。

$$45年後 \quad 160 + 160 \div 2.438 + 50 \div 1.346 + 50 \div 1.811 = 160 + 65.6 + 37.1 + 27.6 = 295.7$$

$$60年後 \quad 295.7 + 50 \div 3.281 = 310.9$$

したがって、(2)が適当である。



■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%

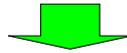
ライフサイクルコスト

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

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)

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

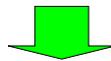
19

■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%)