

# 十河塾

## 2019年記述式問題

### 解説メモ

#### 2019年 問題 I (建築)

##### 問題 I

竣工後 45 年経過したピロティを有する RC 造建築物において、写真 1～4 に示す変状が生じている。表 1 にはこの建築物の概要、図 1 には外部柱および内部壁のコンクリートに含まれる全塩化物イオン量分布と中性化深さの調査結果を示す。これらの変状に関する以下の問いに合計 1000 字以内で答えなさい。

##### [問 1]

建築物に生じた写真 1～4 に示すそれぞれの変状の原因を推定し、その推定理由を述べなさい。

##### [問 2]

図 1 に示すような全塩化物イオン量の分布となった理由、および外部柱と内部壁で分布の相違が生じる理由を述べなさい。

##### [問 3]

この建築物は、今後 20 年間供用する予定である。この建築物に必要な調査の項目、劣化対策および対策後の維持管理計画について提案しなさい。

## 2019年 問題 I (建築)



写真1 1階ビロティ部直上の  
2階床スラブ下面の変状

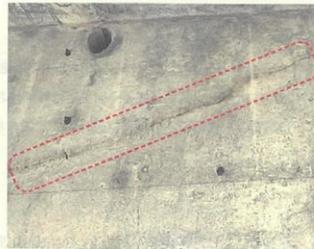


写真2 内部壁(屋内)表面の変状



写真3 1階ビロティ部にある外部柱表面の変状

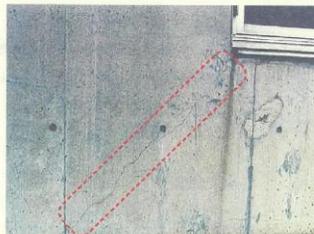


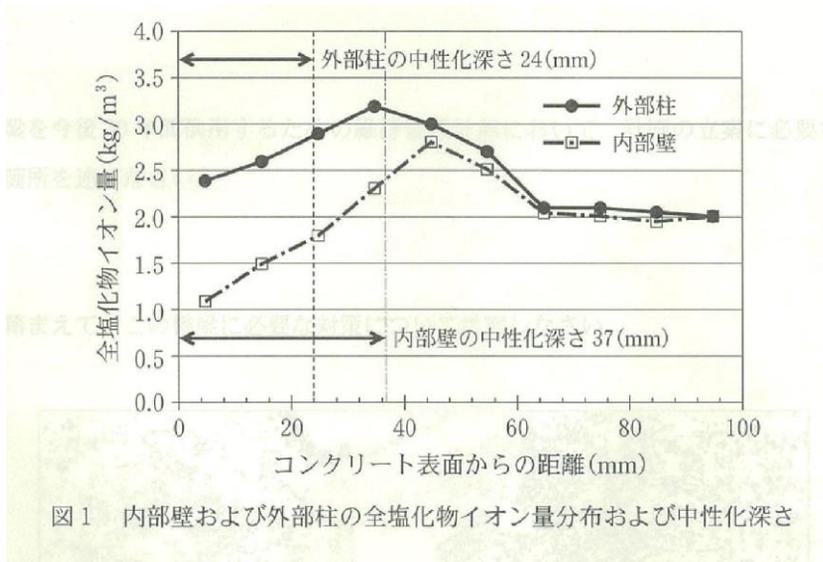
写真4 外部壁表面の変状

## 2019年 問題 I (建築)

表1 建築物の概要

竣工年および用途	1974年竣工 公共施設(市役所)
立地および周辺環境	沖縄県 海岸から0.5km離れた市街地
コンクリートの使用材料および配(調)合	粗骨材: 石灰石砕石 細骨材: 石灰石砕砂および海砂の混合砂(混合質量比 55:45) セメント種類: 普通ポルトランドセメント 設計基準強度: $21 \text{ N/mm}^2$ 水セメント比: 60% スランプ: 18 cm
設計かぶり(厚さ)	床スラブ下面 30 mm(写真1) 内部壁 30 mm(写真2) 外部柱 40 mm(写真3) 外部壁 40 mm(写真4)

## 2019年 問題 I (建築)



## 2019年 問題 I (建築)

### 【ピロティとは】

- ・「1階の全てあるいは一部を吹き放しにした部分」のこと
- ・これは、「建物を独立した柱で支える」ことで実現している



## 2019年 問題 I (建築)

### 【キーワード】 …回答作成の切り口、糸口

- ・ 1974年竣工
- ・ 海岸から500m
- ・ 細骨材に海砂使用
- ・ 鉄筋かぶり30～40mm
- ・ 塩化物イオン濃度分布と中性化深さとの関係
- ・ 外部柱と内部壁との違い

### 【設問】 …聞かれたことに確実に答える

問1 ・ 写真1～4の変状の原因とその推定理由

問2 ・ 図1の全塩化物イオン量の分布の違い

問3 ・ 今後20年供用するための調査、対策、維持管理計画

⇒記述すべき内容が多いため、それぞれを簡潔に。

## 2019年 問題 I (建築)

### 【写真1】

#### 変状

- ・ コンクリートの浮き、剥離
- ・ 鉄筋露出 (腐食)

#### 原因推定

- ・ 鉄筋腐食の進行によるコンクリートの浮き、剥離
- ・ 海砂の使用、飛来塩分の影響
- ・ 鉄筋位置の塩化物イオン量が腐食発生限界を超えている
- ・ 不働態皮膜の破壊により鉄筋が腐食し、その腐食生成物の体積膨張によりコンクリートかぶりに浮き、剥離
  
- ・ 典型的な塩害による変状

## 2019年 問題 I (建築)

### 【写真 2】

#### 変状

- ・ コールドジョイント

#### 原因推定

- ・ 不適切なコンクリート打ち継ぎ処理による初期欠陥
- ・ 打ち重ねコンクリート打込みまでに時間が掛かった
- ・ 上部と下部のコンクリートが十分に締固めされていない
- ・ コンクリート打設時の気温が高く、凝結時間が短い
  
- ・ ちなみに、症状に進行性はない
- ・ ただし、コールドジョイントからの劣化因子の侵入に注意

## 2019年 問題 I (建築)

### 【写真 3】

#### 変状

- ・ 鉛直方向（主鉄筋に沿った方向）のひび割れ

#### 原因推定

- ・ 鉄筋腐食の進行によるコンクリートのひび割れ
- ・ 海砂の使用、飛来塩分の影響
- ・ 鉄筋位置の塩化物イオン量が腐食発生限界を超えている
- ・ 不動態皮膜の破壊により鉄筋が腐食し、その腐食生成物の体積膨張によりコンクリートかぶりにひび割れ
  
- ・ 典型的な塩害による変状

## 2019年 問題 I (建築)

### 【写真4】

#### 変状

- ・乾燥収縮ひび割れ

#### 原因推定

- ・急激な水分蒸発によって表面の体積が減少する
- ・しかし内部の体積は変化しないため、表面だけが収縮
- ・その結果、ひび割れが発生
- ・それを周辺の部材が拘束するため隅角部から斜めに発生
- ・開口部をもつ建築物の代表的な初期欠陥
  
- ・ちなみに、症状に進行性はない
- ・ただし、乾燥収縮ひび割れからの劣化因子の侵入に注意

## 2019年 問題 I (建築)

### 【図1の評価】

#### 全塩化物イオン量の分布となった理由

- ・深さ100mmでも塩化物イオン量が高い  
⇒砂使用による内在塩分の影響
- ・中性化フロントの奥で塩分量が高い  
⇒中性化による塩分濃縮

#### 外部柱と内部壁での分布の相違

- ・ともに塩分濃縮の影響を受けるが、表層側の塩分量に差
- ・飛来塩分の影響度合いの違い
- ・内部壁では内在塩分の塩分濃縮により、表層部の塩分濃度が下がる
- ・しかし、外部柱は常に飛来塩分により塩分が供給されるため、表層部の塩分が下がらずに、むしろ上がる

## 2019年 問題 I (建築)

### 【20年供用するための調査】

- ・初期欠陥2つよりも、鉄筋腐食系の写真1、3を対象
- ・鉄筋の腐食程度⇒はつり、目視確認、断面減少の有無
- ・腐食鉄筋の範囲⇒自然電位法
- ・鉄筋腐食の将来予測⇒分極抵抗法による腐食速度

### 【20年供用するための対策】

- ・ひび割れ注入工、断面修復工、表面保護工
- ・特に劣化進行の懸念がある写真1, 3には鉄筋腐食抑制を目的として亜硝酸リチウムを併用
- ・建築物であるため、第三者影響度も考慮し、剥落防止工

### 【20年供用するための維持管理計画】

- ・対処療法的な対策となるため、再劣化の有無を監視
- ・点検強化、鉄筋腐食モニタリング

## 2019年 問題 II (土木)

図1および図2は、山間部に位置する鋼2径間連続非合成鉄桁橋である。この橋梁の概要を表1に示す。

図2のA部の舗装に変状が生じたため部分打替えを行なった際、舗装下の床版上面のコンクリートが写真1のように砂利化していることが確認された。また、図2の斜線部の範囲(B部)の床版下面には、写真2のようなひび割れが見られ、斜線部以外の箇所には同様の変状は認められなかった。そこで、図2の①～⑥の6箇所において鉄筋近傍のコンクリート中の全塩化物イオン量を調査したところ、表2のような結果が得られた。

この橋梁に関して、以下の問いに合計1000字以内で答えなさい。

[問 1]

B部(A部を含む)における変状の特徴を踏まえ、橋梁全体のなかで特にB部の劣化が進行した原因について述べなさい。

[問 2]

この橋梁を今後30年間供用するための維持管理計画において、計画の立案に必要な調査項目および調査箇所を述べなさい。

[問 3]

問2を踏まえて、この橋梁に必要な対策について提案しなさい。

2019年 問題Ⅱ (土木)



図1 対象橋梁の全景(イメージ図)

2019年 問題Ⅱ (土木)

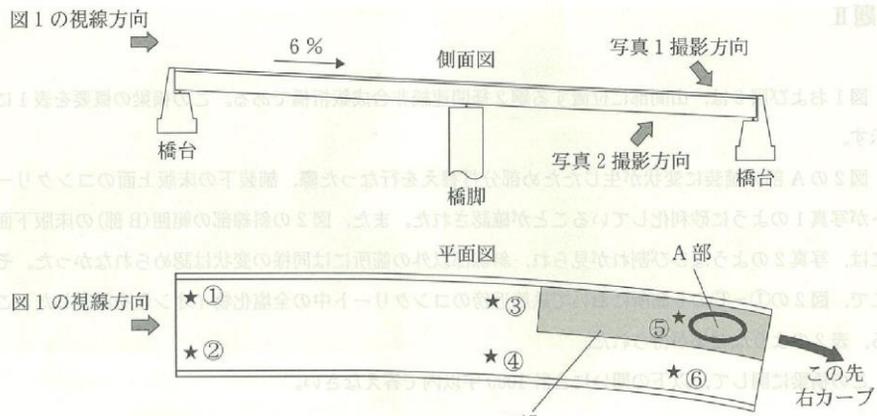


図2 対象橋梁の模式図

## 2019年 問題Ⅱ (土木)

表1 橋梁の概要

竣工年	1974年
道路の種類	国道
場所	山間部(標高約800m)、寒冷地
形式	鋼2径間連続非合成鈹桁橋(3主桁)、RC床版
設計活荷重	TL-20(一等橋)
橋長	42.0m
床版厚	21cm
主桁間隔	3.3m
縦断勾配	6%
床版コンクリート	設計基準強度: 24 N/mm <sup>2</sup> , 水セメント比: 55%
伸縮装置	排水型
床版防水	なし
車線数	2車線(対面通行)
交通量特性	交通量: 3000台/日(上下方向合計) 大型車混入率: 20%
採取コアの促進膨張試験(JCI-DD2法)の結果	全膨張量 0.01% 未満(供用後に調査実施)

## 2019年 問題Ⅱ (土木)



写真1 床版上面(A部)における砂利化の状況



写真2 B部の床版下面の状況

表2 コンクリート中の全塩化物イオン量(kg/m<sup>3</sup>)

図2中の箇所	①	②	③	④	⑤	⑥
上側の主鉄筋の位置	0.25	0.21	0.18	0.16	9.75	2.51
下側の主鉄筋の位置	1.82	2.45	0.12	0.12	5.77	0.64

## 2019年 問題Ⅱ（土木）

### 【キーワード】 …回答作成の切り口、糸口

- ・ A部の砂利化：舗装打替え時に床版上面の変状が発覚
- ・ B部のひび割れ：カーブ外側の床版下面のみに発生
- ・ 山間部、寒冷地⇒凍結防止剤の影響
- ・ 道路線形、縦断勾配、カーブ、遠心力
- ・ 交通量3000台/日、大型車混入率20%
- ・ 塩化物イオン量の差

### 【設問】 …聞かれたことに確実に答える

- 問1 ・ B部で優先的に劣化が進行した理由
- 問2 ・ 今後30年供用するための調査項目および箇所
- 問3 ・ 必要な対策