

【問題 26】

写真1および図は、積雪寒冷地の凍害を生じた屋上防水の保護コンクリートの可視画像と、同じ範囲を日射が当たる温度上昇時に赤外線カメラで撮影した熱画像である。また、写真2は、屋上の近接写真である。この調査結果から判断できる劣化の状態に関する、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。



写真1 可視画像

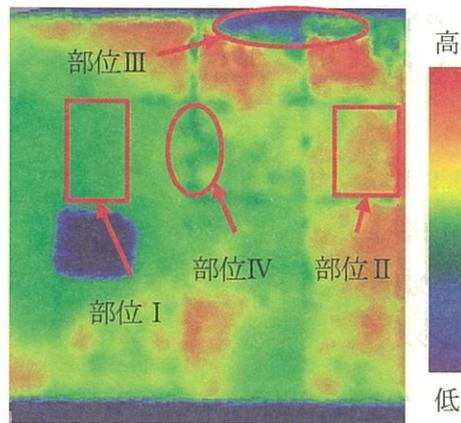


図 熱画像



写真2 近接写真

【問題 27】

鋼単純 I 桁橋の RC 床版の取替えに際して、留意すべき点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。

RC 床版の撤去にあたっては、事前に桁高やフランジの形状に着目して桁の種別を特定する必要がある。(A)桁は、曲げモーメントの作用に対して、RC 床版と鋼桁が一体で挙動することから、一般に、スパン長に対して桁高が比較的(B)。また、(A)桁の上フランジ幅は、下フランジ幅よりも(C)。したがって、(A)桁では、床版取替え時には桁の横倒れ座屈なども懸念されるため、補強や仮設桁による支持も検討する。

	(A)	(B)	(C)
(1)	合成	低い	小さい
(2)	非合成	低い	大きい
(3)	合成	高い	小さい
(4)	非合成	高い	大きい

【問題 28】

石灰石骨材を使用した RC 造建築物の火害調査を、火災から 2 週間後に行った。この調査において確認されたコンクリートの変状と、コンクリート表面の受熱温度の評価に関する次の(1)～(4)の組合せのうち、不適当なものはどれか。

	コンクリートの変状	表面の受熱温度の評価
(1)	煤(すす)が全面に付着している	300℃以下
(2)	コンクリート表面が淡黄色に変色している	950℃以上
(3)	火災によって中性化が進行している	200～400℃
(4)	石灰石骨材が脆弱化して露出している	600℃以上

【問題 29】

【08 設問】

JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の改正に関して、次の(A)～(C)の記述の内容が
 音問当てはまる年代の組合せとして、(1)～(4)のうち、正しいものはどれか。

- (A) コンクリート中の「塩化物イオン総量」が規定された。
- (B) アルカリシリカ反応に関して「無害と判定されない骨材を使用する条件」が規定された。
- (C) 生産者と協議して購入者が指定できる事項に「単位水量の上限値」が規定された。

	(A)	(B)	(C)
(1)	1990年代	1990年代	2000年代
(2)	1990年代	1980年代	2000年代
(3)	1980年代	1990年代	1990年代
(4)	1980年代	1980年代	1990年代

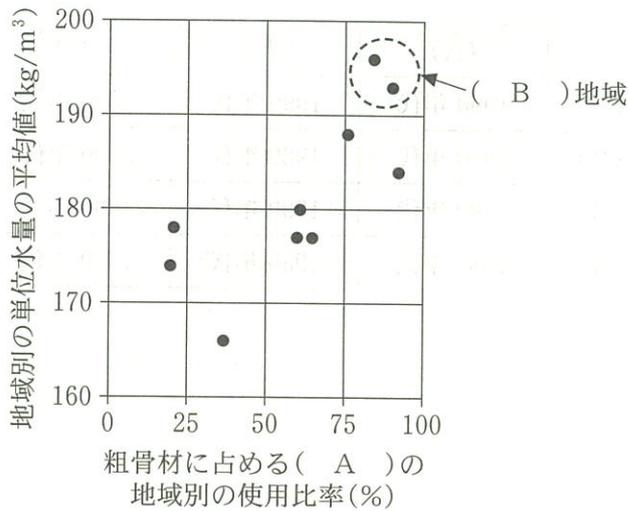


(B)	(A)	
埼玉・東関東	阿蘇川	(1)
国四・国中	阿蘇川	(2)
埼玉・東関東	吾妻川	(3)
国四・国中	吾妻川	(4)

【問題 30】

下図は、1990年代前半に実施された「地域別の単位水量の平均値」と「レディーミクストコンクリートに使用された粗骨材の種類別の地域別使用比率」の調査結果に基づき、地域別の両者の関係として整理したものである。図中の粗骨材の種類(A)と、点線で囲まれているデータの地域(B)に当てはまる次の(1)～(4)の語句の組合せのうち、適当なものはどれか。

呼び強度 21～27, スランプ 18 cm, AE 減水剤使用



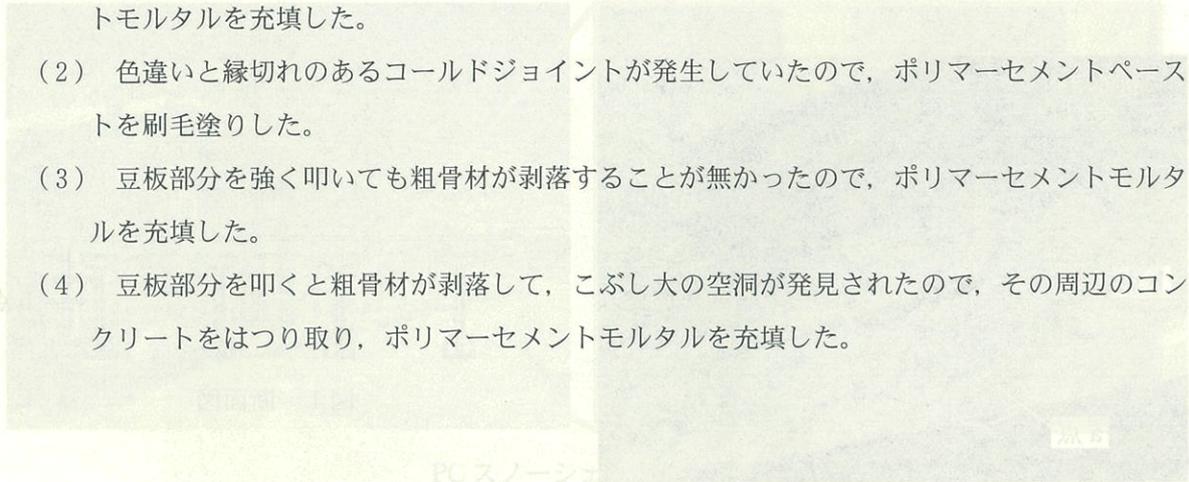
	(A)	(B)
(1)	川砂利	関東・東海
(2)	川砂利	中国・四国
(3)	碎石	関東・東海
(4)	碎石	中国・四国

【問題 31】

【58 顧問】

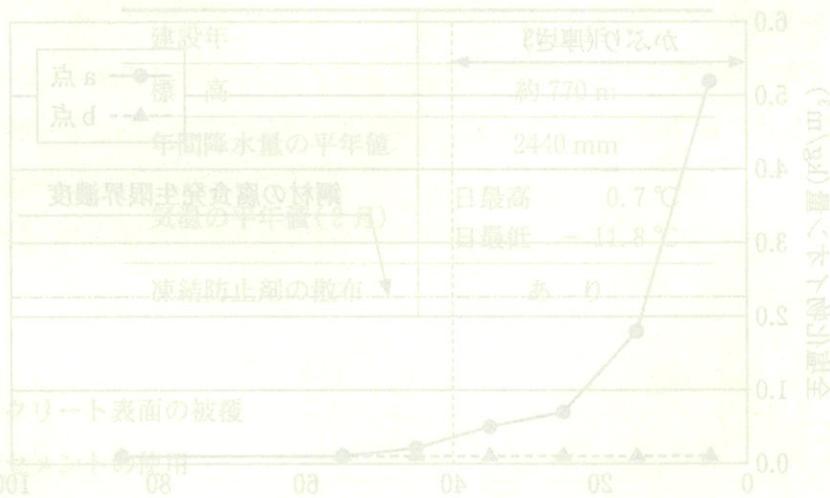
ボックスカルバートの側壁(厚さ 60 cm)のコンクリート表面に発生した各種変状の補修方法に関する、次の(1)～(4)の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

- (1) 表面気泡が発生していたので、ポリマーセメントペーストを刷毛塗りし、ポリマーセメントモルタルを充填した。
- (2) 色違いと縁切れのあるコールドジョイントが発生していたので、ポリマーセメントペーストを刷毛塗りした。
- (3) 豆板部分を強く叩いても粗骨材が剥落することが無かったので、ポリマーセメントモルタルを充填した。
- (4) 豆板部分を叩くと粗骨材が剥落して、こぶし大の空洞が発見されたので、その周辺のコンクリートをはつり取り、ポリマーセメントモルタルを充填した。



変状の箇所

構造物の概要



- (1) コンクリート表面の被覆
- (2) 混合セメントの使用
- (3) エポキシ樹脂被覆剤の使用
- (4) 高炉スラグ骨材の使用

- (1) 土留、掘削の止水
- (2) 土留の掘削止水
- (3) 掘削の止水
- (4) 掘削面補

【問題 32】

積雪寒冷地にある高速道路のPC 3径間連続合成桁(1993年供用)で、写真の赤丸に示す変状が発生した。写真中のa点とb点で塩分調査を行ったところ、図2に示す結果であった。この変状箇所における塩害の進行を抑制するために優先的に実施すべき対策として、次の(1)~(4)のうち、最も適当なものはどれか。



写真 桁の変状

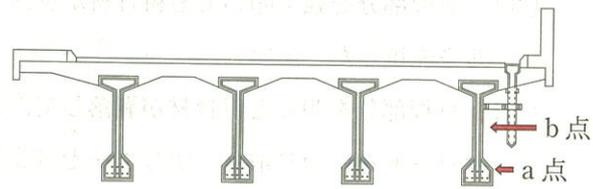


図1 断面図

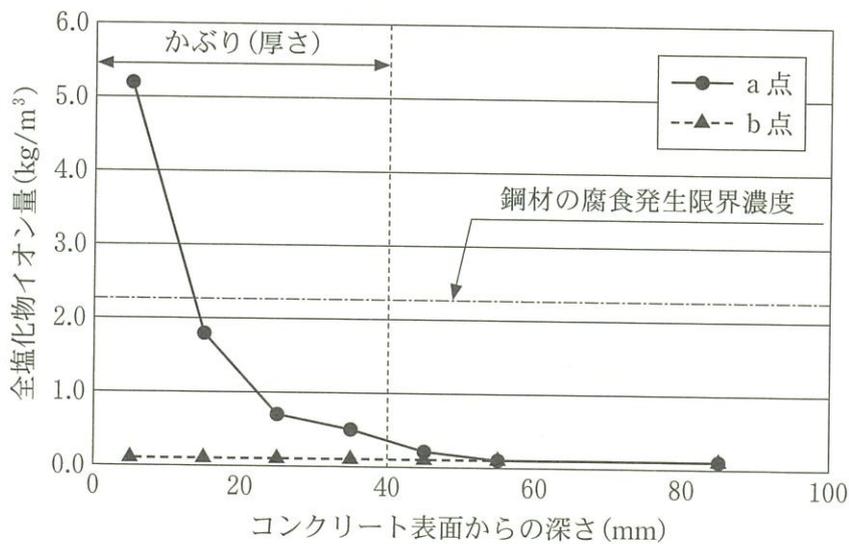


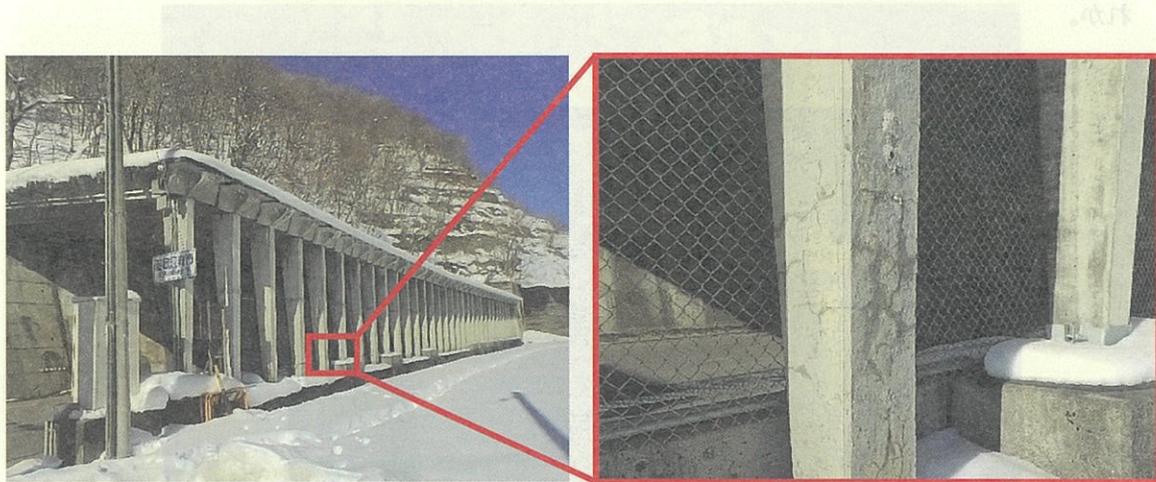
図2 塩分調査結果

- (1) 汚れの清掃, 除去
- (2) 排水設備の取替え
- (3) 電気化学的脱塩
- (4) 断面修復

【問題 33】

【18 設問】

山間部の道路に設置された PC スノーシェッドに写真に示すような変状が発生した。構造物の概要を表に示す。このような変状を抑制するために建設時(製作時)に実施する次の(1)~(4)の対策のうち、最も不適当なものはどれか。



PC スノーシェッドの変状

構造物の概要

建設年	2014 年
標 高	約 770 m
年間降水量の平年値	2440 mm
気温の平年値(2 月)	日最高 0.7℃ 日最低 - 11.8℃
凍結防止剤の散布	あ り

- (1) コンクリート表面の被覆
- (2) 混合セメントの使用
- (3) エポキシ樹脂被覆鋼材の使用
- (4) 高炉スラグ骨材の使用

【問題 34】

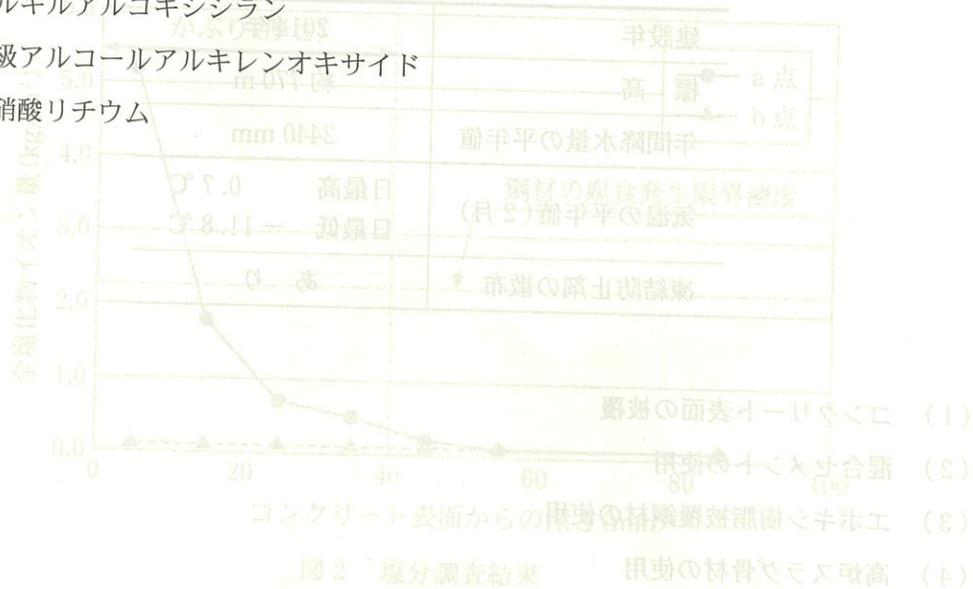
【68 設問】

積雪寒冷地にある農業水利施設の頭首工の堰柱において、写真の赤枠に示すような変状が発生していた。このような変状を抑制するため、建設時のコンクリートの配(調)合上の対策に加えて、コンクリート表面に塗布する材料の主成分として、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。最も適当なものも選べ。



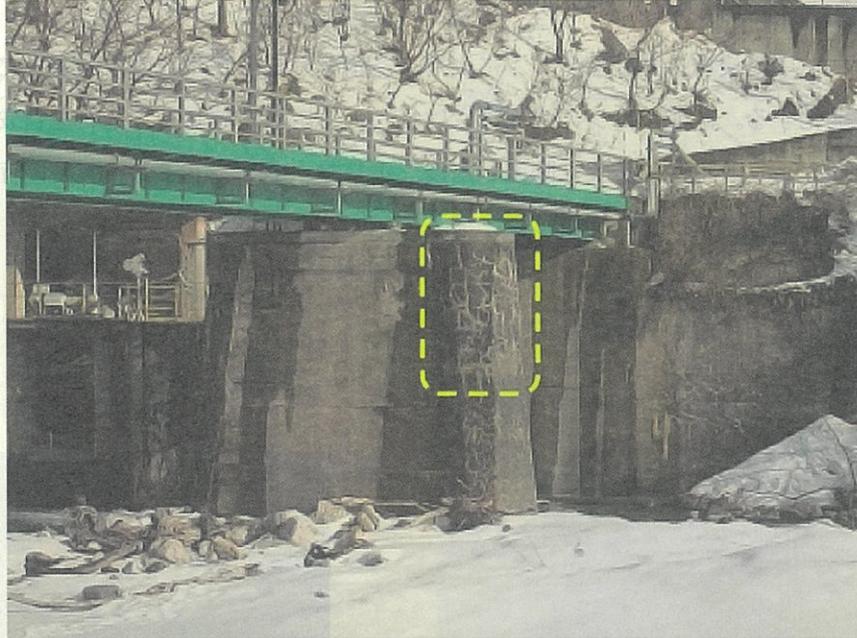
写真 桁の変状

- (1) エチレン酢酸ビニル系エマルジョン
- (2) アルキルアルコキシシラン
- (3) 低級アルコールアルキレンオキサイド
- (4) 亜硝酸リチウム



- (1) 汚れの清掃、除去
- (2) 排水設備の取替え
- (3) 電気化学的脱塩
- (4) 断面修復

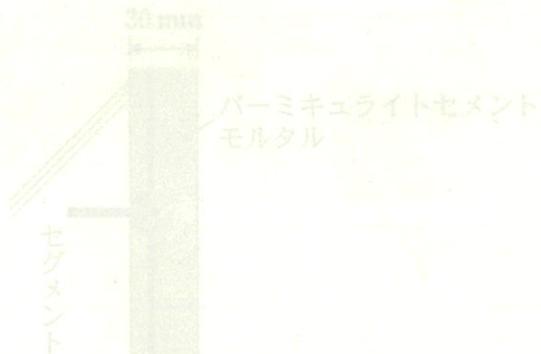
山形県北陸地方にある道路橋のRC橋脚において、下の写真の破線で示す変状の進行を抑制する対策を行うこととした。次の(1)～(4)に示す対策のうち、最も適当なものはどれか。



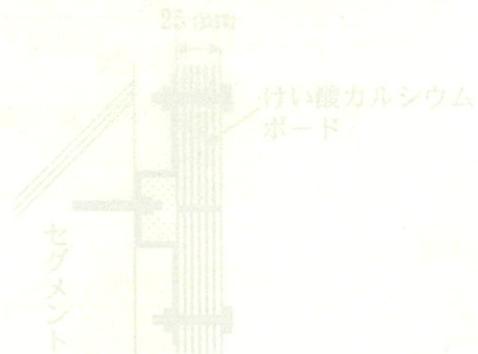
- (1) ポリウレア樹脂系被覆材による表面の被覆
- (2) けい酸ナトリウムを主成分とする含浸材による表面への含浸
- (3) 流電陽極方式による電気防食
- (4) 炭酸カリウム溶液を電解液とする再アルカリ化

(1) セグメント橋梁各面表菜くミモの鋼殻構造とした

セグメントの高強度コンクリートにポリプロピレン短繊維を混入した



(3) セグメントにパーミキュライトセメントモルタルを吹付けて被覆した



(4) セグメントをけい酸カルシウムボードで被覆した

【問題 36】

【36 図問】

写真1は、長期的な供用が予定されている下水道のRCボックスカルバートである。頂版部と側壁では、写真2のように硫酸浸食により粗骨材が一部露出している。補修対策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。

コンクリート中に浸透した硫酸イオンにより、二水せっこうが生成されると共にコンクリート表層部が脆弱化する。硫酸イオンの浸入深さは(A)溶液で確認し、それを目安として脆弱部をウォータージェット工法で確実に除去した後、ポリマーセメントモルタルで断面修復を行い、(B)を塗布する対策工法を採用した。

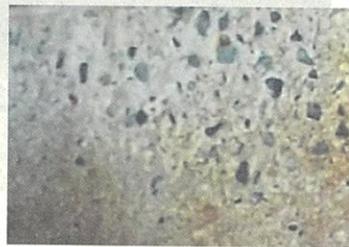


写真1 ボックスカルバート内部の状況 写真2 粗骨材の露出状況

	(A)	(B)
(1)	硝酸銀	シラン系表面含浸材
(2)	フェノールフタレイン	エポキシ樹脂系被覆材
(3)	フェノールフタレイン	シラン系表面含浸材
(4)	硝酸銀	エポキシ樹脂系被覆材

(4) 図1の高速道路のシールドトンネルで、火災時のトンネルの覆工コンクリート剥落抑制と復旧工事の短縮のため、セグメントへの対策を建設時(製作時)に実施することとした。図2に示す加熱曲線を想定した場合の対策として、次の(1)～(4)のうち最も不適当なものはどれか。

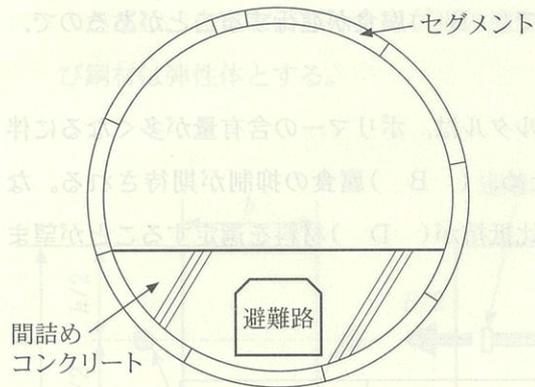


図1 シールドトンネル断面の概念図

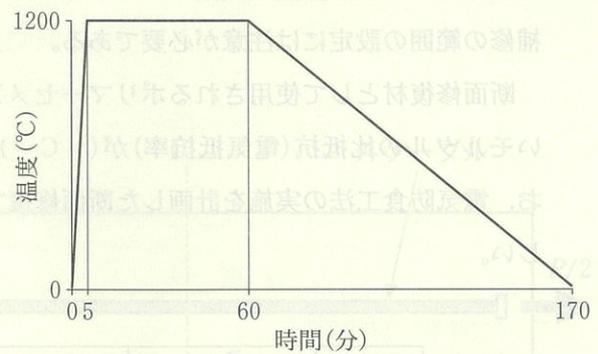


図2 RABT* 加熱曲線
※ドイツ交通省、道路トンネルの設備と運用に関する指針

<p>(1) セグメントをフルサンドイッチの鋼殻構造とした</p>	<p>(2) セグメントの高強度コンクリートにポリプロピレン短繊維を混入した</p>
<p>(3) セグメントにパーミキュライトセメントモルタルを吹付けて被覆した</p>	<p>(4) セグメントをけい酸カルシウムボードで被覆した</p>

【問題 38】

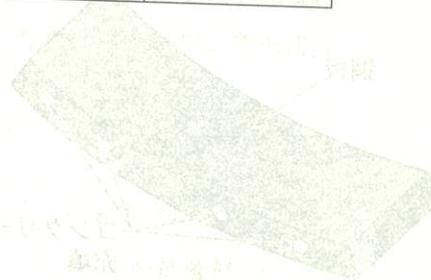
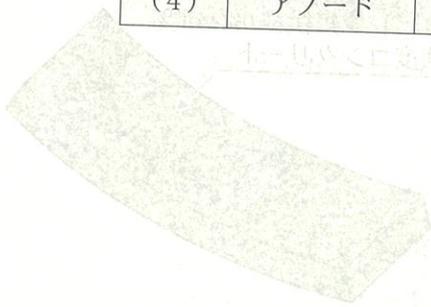
【78 図例】

図例のRC 構造物に適用する断面修復工法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。

劣化因子を含むコンクリートを残したまま断面修復を行った場合、未補修部と補修部で電位差が生じ、未補修部の鉄筋が(A)となり、境界部で(B)腐食が進行することがあるので、補修の範囲の設定には注意が必要である。

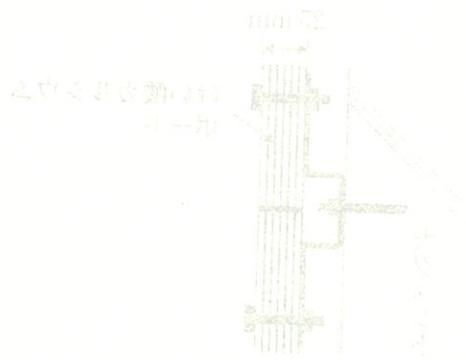
断面修復材として使用されるポリマーセメントモルタルは、ポリマーの含有量が多くなるに伴いモルタルの比抵抗(電気抵抗率)が(C)なるため、(B)腐食の抑制が期待される。なお、電気防食工法の実施を計画した断面修復では、比抵抗が(D)材料を選定することが望ましい。

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1)	カソード	マクロセル	小さく	大きい
(2)	カソード	ミクロセル	大きく	小さい
(3)	アノード	マクロセル	小さく	大きい
(4)	アノード	マクロセル	大きく	小さい



図例のRC 構造物に適用する断面修復工法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。

図例のRC 構造物に適用する断面修復工法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。



図例のRC 構造物に適用する断面修復工法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。

図例のRC 構造物に適用する断面修復工法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。

【問題 39】

【04 図問】

コンクリート桁の耐荷力向上を目的として、図1、図2に示すように外ケーブルを桁両側面に配置することとした。外ケーブル2本の総緊張力を P (1本あたり $P/2$)とした場合、スパン中央の桁下縁に導入される圧縮応力 σ_1 と σ_2 の比として、次の(1)~(4)のうち、適当なものはどれか。

ただし、自重および外ケーブルの施工に伴うプレストレスの損失は無視し、コンクリートおよび鋼材は弾性体とする。

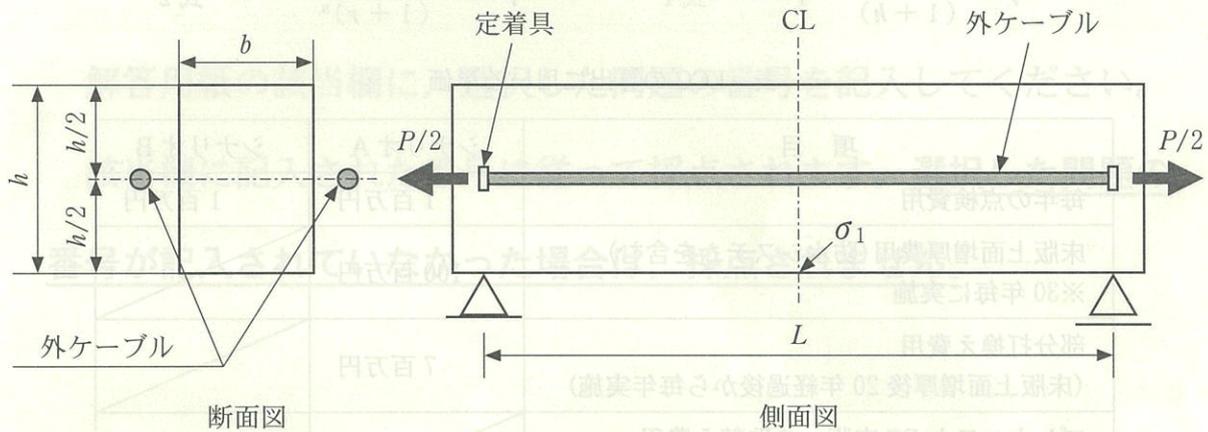


図1 外ケーブル(桁高中央)の配置方法

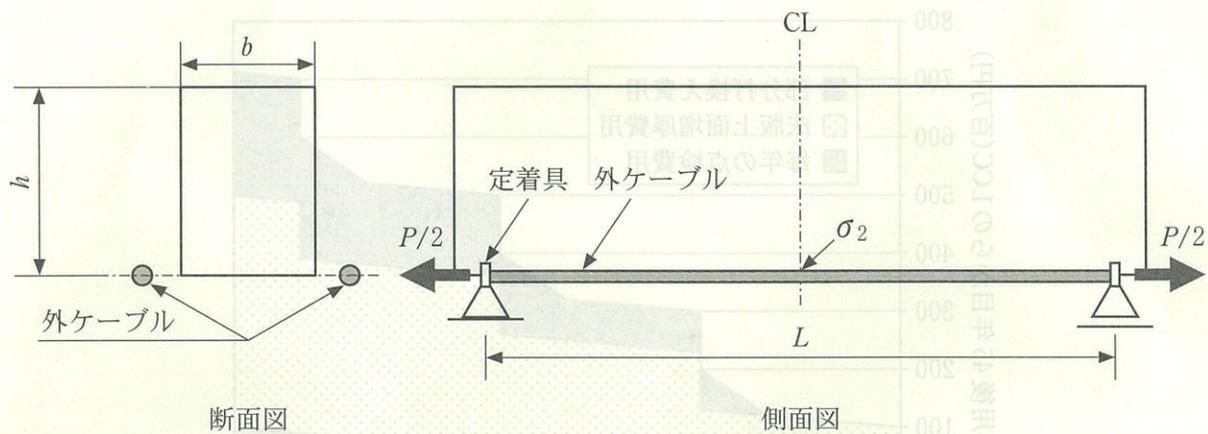


図2 外ケーブル(桁下縁)の配置方法

- (1) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 1$
- (2) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 2$
- (3) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 4$
- (4) $\sigma_1 : \sigma_2 = 1 : 8$

【問題 40】

供用後 45 年を経過した鋼道路橋 RC 床版の維持管理において、床版上面増厚工法(シナリオ A)と、プレキャスト PC 床版への取替え(シナリオ B)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、表のシナリオ A に基づいて算出した対策後の LCC を示す。

シナリオ B がシナリオ A の LCC を下回る時点として、次の(1)~(4)のうち、最も近いものはどれか。なお、社会的割引率 r は式 1、 n 年後に要する費用を現在価値に置き換えた値 V は式 2 で表され、資本の利率 h を 2.0%、物価変動率 i を 2.0% とする。

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

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

表 LCC の算出に用いる単価

項目	シナリオ A	シナリオ B
毎年の点検費用	1 百万円	1 百万円
床版上面増厚費用(防水システムを含む) ※30 年毎に実施	100 百万円	
部分打換え費用 (床版上面増厚後 20 年経過後から毎年実施)	7 百万円	
プレキャスト PC 床版への取替え費用 (防水システムを含む)(耐用期間 100 年)		230 百万円

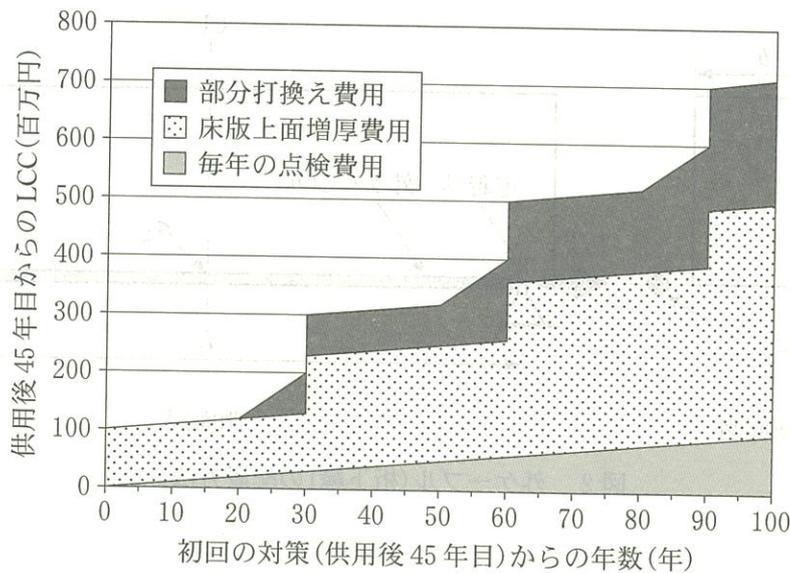


図 シナリオ A の LCC

- (1) 約 30 年経過時
- (2) 約 50 年経過時
- (3) 約 60 年経過時
- (4) 約 90 年経過時

問題 I

[記述式問題]

竣工後 35 年経過したビロティを有する建築物において、写真 1～4 に示す劣化が生じている。表 1 にはこの建築物の概要、図 1 には外廊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

記述式問題は、**問題 I** および**問題 II** の 2 つがあります。いずれかで答えなさい。

1 題を選択して答えなさい。

[問 1]

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

解答用紙の該当欄に、選択した問題の番号を記入してください。

[問 2]

該当欄に記入された番号に従って採点されます。選択した問題の番号が記入されていなかった場合は、採点されません。

[問 3]

この建築物は、今後 20 年間使用する予定である。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。

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]

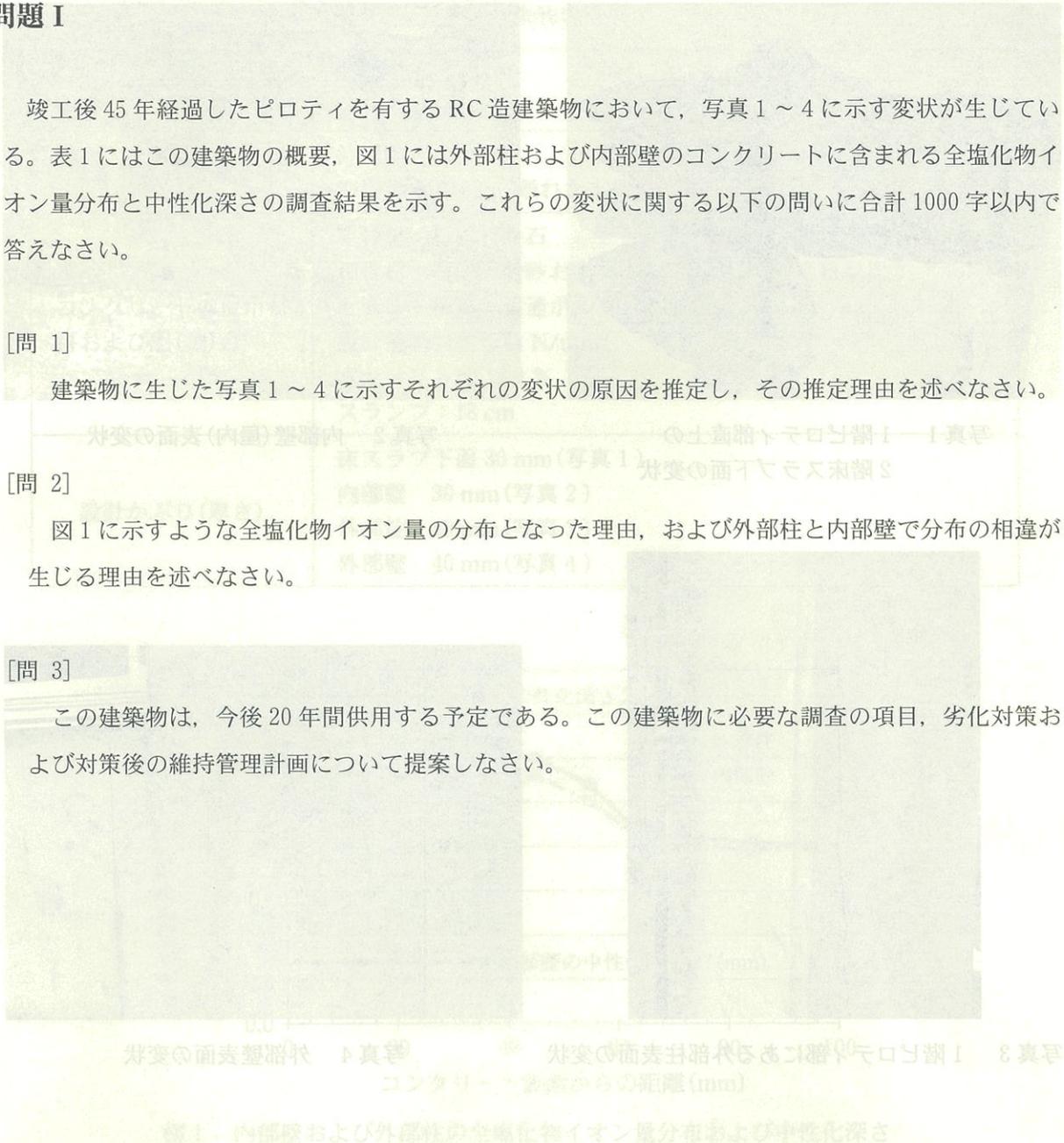
建築物に生じた写真 1～4 に示すそれぞれの変状の原因を推定し、その推定理由を述べなさい。

[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。



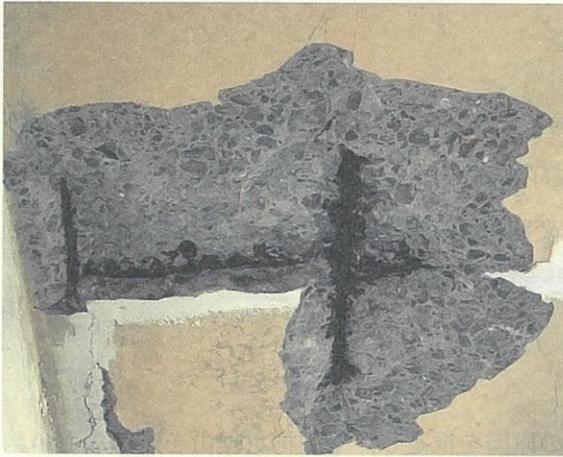


写真1 1階ピロティ部直上の
2階床スラブ下面の変状

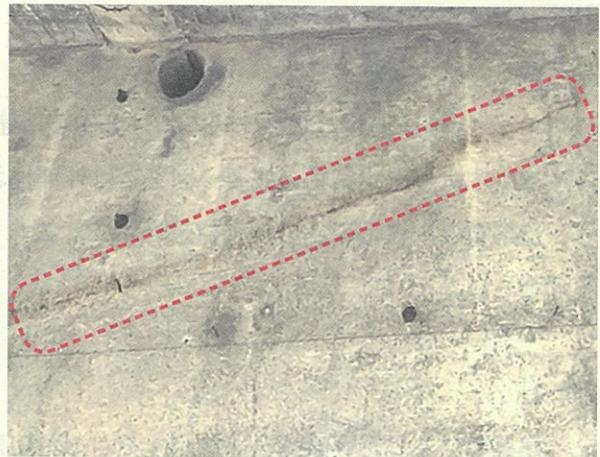


写真2 内部壁(屋内)表面の変状



写真3 1階ピロティ部にある外部柱表面の変状

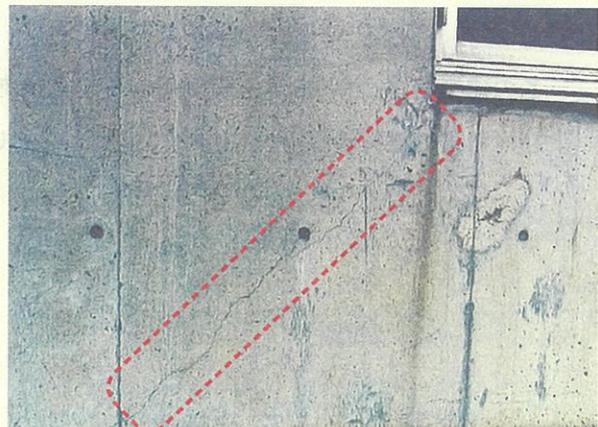


写真4 外部壁表面の変状

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 0.5 km 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 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)

原因について述べなさい。

[問 2]

この橋梁を今後 10 年間の使用に必要となる調査項目および調査箇所を述べなさい。

[問 3]

調査を踏まえて

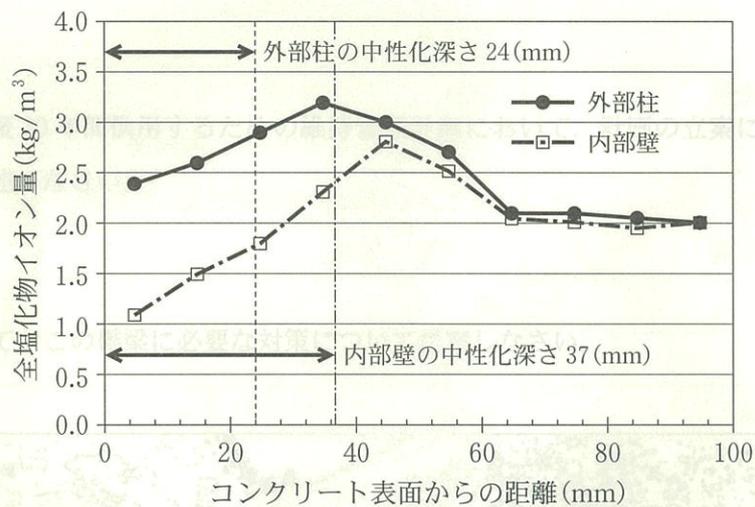


図 1 内部壁および外部柱の全塩化物イオン量分布および中性化深さ



図 1 対象橋梁の全貌(イメージ図)

問題Ⅱ

図1および図2は、山間部に位置する鋼2径間連続非合成板桁橋である。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。

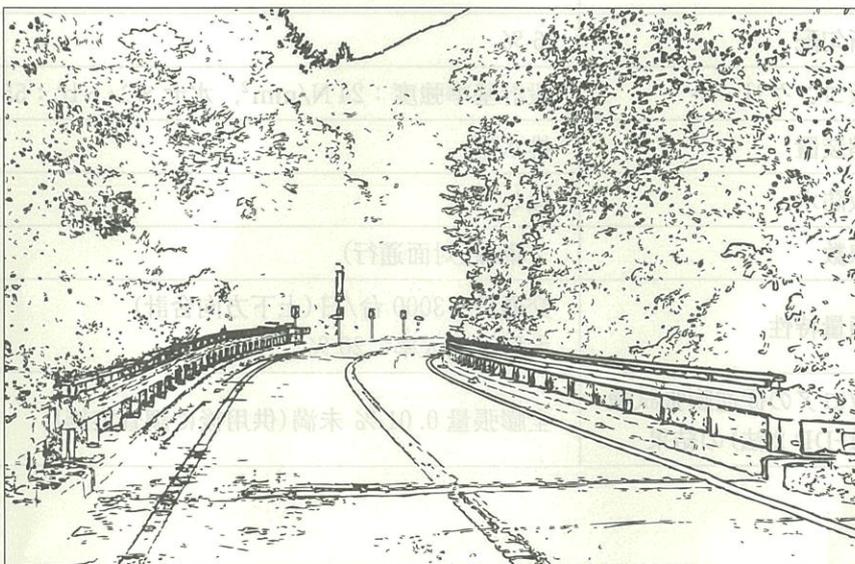


図1 対象橋梁の全景(イメージ図)

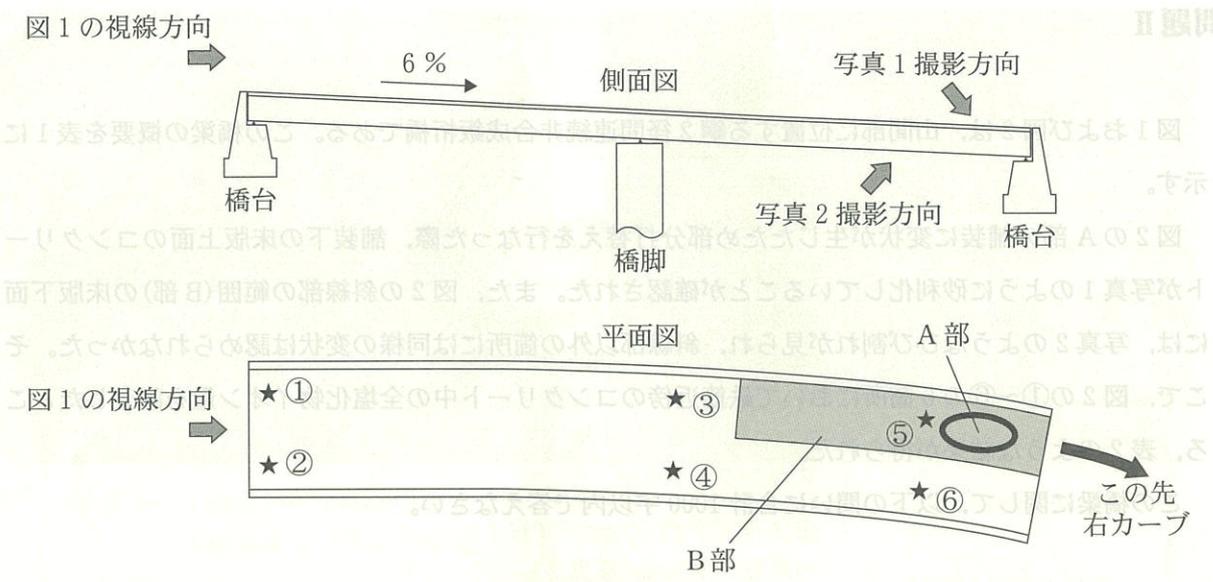


図2 対象橋梁の模式図

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径間連続非合成鉄桁橋(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 ² , 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)

(図2-1)景全の築謝袋状 1図



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/m³)

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