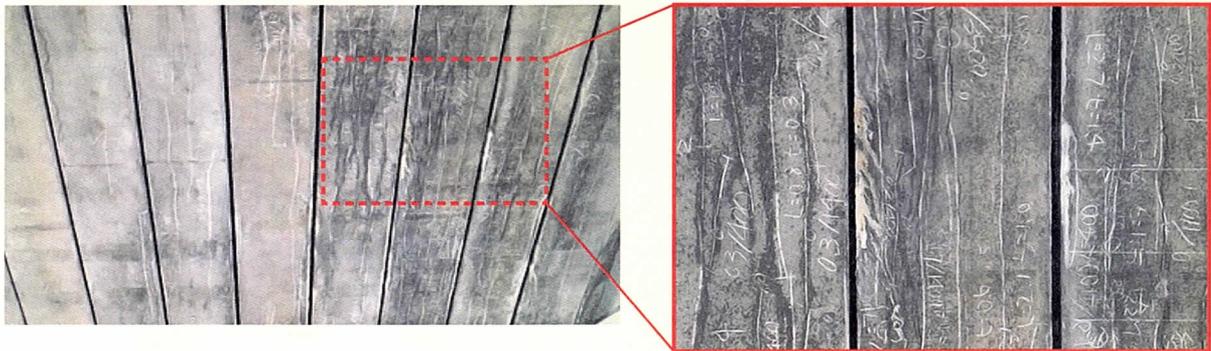
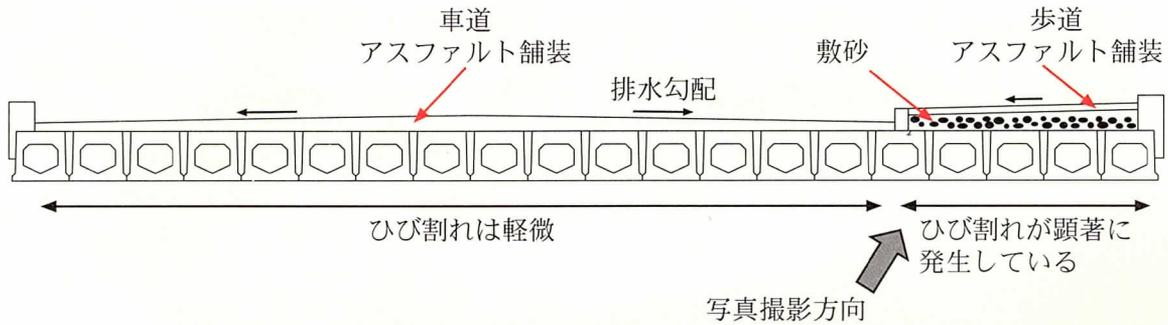


【問題 33】

内陸部に位置する道路橋プレテンション方式PC中空床版橋の下面に写真に示すような橋軸方向のひび割れが確認された。ひび割れの発生状況としては、歩道側の床版が著しく、中央付近は軽微であった。ひび割れ幅は最大で0.8 mmである。このひび割れの進行を抑制する対策(A)～(C)の適・不適の組合せとして、次の(1)～(4)のうち、適当なものはどれか。



- (A) 床版上面に橋面防水を実施
- (B) 床版下面にけい酸ナトリウム系表面含浸材を塗布
- (C) 床版下面から電気防食を実施

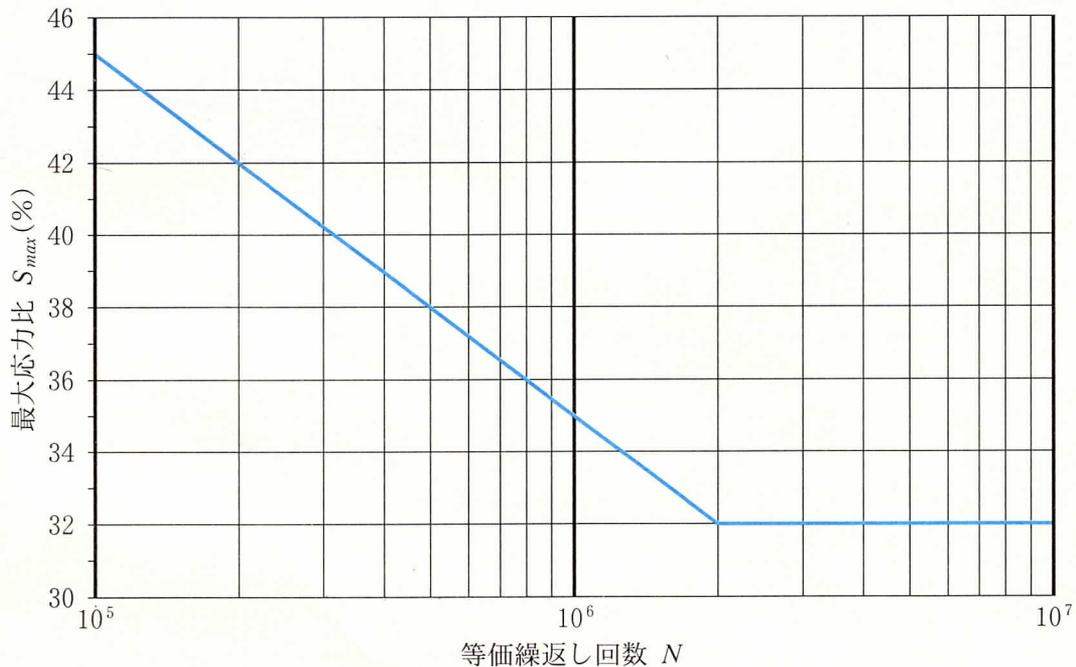
	(A)	(B)	(C)
(1)	適	適	不適
(2)	適	不適	不適
(3)	不適	適	適
(4)	不適	不適	適

【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。

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

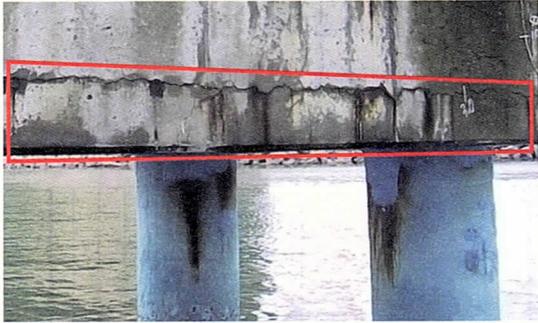
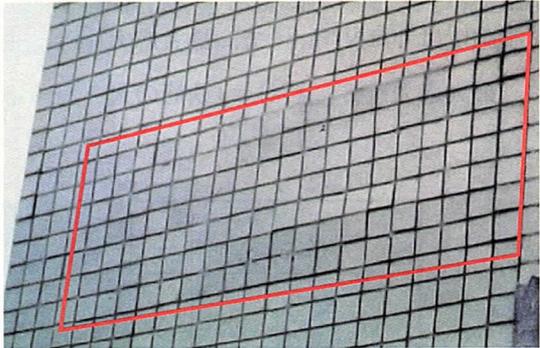


※累積疲労度  $M = (\text{最大引張応力度に等価な応力の累積繰返し回数}) / (\text{最大引張応力度に等価な応力で疲労破壊に至る等価繰返し回数})$

- (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 35】

写真(A)および(B)に示すRC 構造物に発生した変状に対して、以下のように対策の目的が設定されている。設定した目的に対して選定する対策として、次の(1)～(4)の組合せのうち、最も適当なものはどれか。

	
<p>写真(A)：栈橋上部工のひび割れ (ひび割れ幅 2 mm)</p>	<p>写真(B)：外壁タイルの局所的な浮き (浮き面積約 1.5 m<sup>2</sup>, 浮き代 0.5 mm)</p>
<p>対策の目的：鉄筋の腐食防止</p>	<p>対策の目的：タイルの剥落防止</p>

	写真(A)	写真(B)
(1)	ポリマーセメントモルタルによる断面修復工法	目地部Uカットによるアクリル樹脂注入工法
(2)	ポリマーセメントモルタルによる断面修復工法	アンカーピンニング全面エポキシ樹脂注入工法
(3)	エポキシ樹脂系注入材による低圧注入工法	目地部Uカットによるアクリル樹脂注入工法
(4)	エポキシ樹脂系注入材による低圧注入工法	アンカーピンニング全面エポキシ樹脂注入工法

【問題 36】

断面修復材として用いられるポリマーモルタル系、ポリマーセメントモルタル系およびセメントモルタル系の補修材料の特性の比較に関する次の(1)～(4)のうち、不適当なものはどれか。

	特 性	ポリマー モルタル系	ポリマーセメントモルタル系 大 ← ポリマーセメント比 → 小	セメント モルタル系
(1)	耐薬品性 (酸に対する抵抗性)	高	←————→	低
(2)	耐候性 (紫外線に対する抵抗性)	低	←————→	高
(3)	熱膨張係数	小	←————→	大
(4)	電気抵抗率	大	←————→	小

【問題 37】

脱塩工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。

脱塩工法は、コンクリート中の鋼材を( A )とすることで、コンクリート中の塩化物イオンを電気泳動させコンクリート外に抽出する。ただし、過大な電流を供給すると鋼材表面から( B )が発生して、ひび割れやPC鋼材の脆化が起こる。このため、施工実績では、鋼材表面積あたりの電流密度を( C )A/m<sup>2</sup>以下とし、8週を標準的な通電期間としている。このように、電流密度の管理はコンクリート中の鋼材表面積に対して行うべきであるが、施工面積で換算しやすいコンクリート表面積あたりの電流密度で管理することが多い。なお、PC構造物に適用する場合には、間欠通電を行うなどの措置も取られる。

	(A)	(B)	(C)
(1)	陽 極	水 素	0.5
(2)	陽 極	酸 素	5.0
(3)	陰 極	水 素	5.0
(4)	陰 極	酸 素	0.5

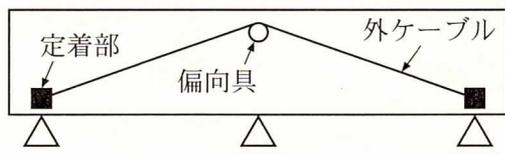
【問題 38】

RC 構造物の補修・補強材料として用いられる PAN 系炭素繊維とパラ型アラミド繊維の特性とその大小関係に関する次の(1)~(4)のうち、不適当なものはどれか。

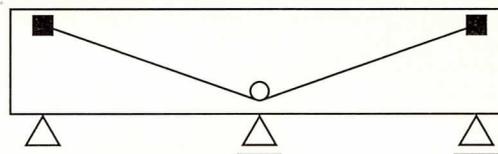
	特 性	大小関係		
(1)	導電性	PAN 系炭素繊維	>	パラ型アラミド繊維
(2)	耐摩耗性	PAN 系炭素繊維	<	パラ型アラミド繊維
(3)	ヤング係数	PAN 系炭素繊維	>	パラ型アラミド繊維
(4)	耐アルカリ性	PAN 系炭素繊維	<	パラ型アラミド繊維

【問題 39】

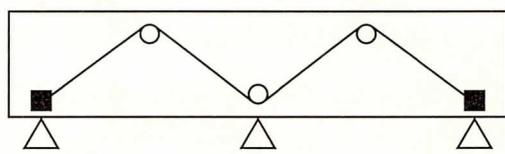
車両の大型化に対する耐荷力向上を目的として、連続桁の外ケーブル工法による補強を計画した。外ケーブルの配置の概念図として次の(1)~(4)のうち、各支間中央部における断面の曲げ耐力の補強効果が高い配置として適当なものはどれか。



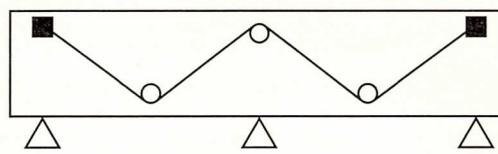
(1)



(2)



(3)



(4)

【問題 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

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。

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

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

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

- (1) 226 百万円
- (2) 170 百万円
- (3) 134 百万円
- (4) 94 百万円

## [記述式問題]

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1題を選択して答えなさい。

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。

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、採点の対象となりません。

## 問題 I

建設後約 30 年を経た建物の調査を実施したところ、北面 1 階外部柱の脚部は、写真 1 のように健全であったが、南面 1 階外部柱の脚部には、写真 2 に示すひび割れがみられた。また、屋上の防水押えコンクリート表面にも、写真 3 に示す変状がみられた。屋上周辺の概略断面を図 1、建物の概要を表 1 に示す。以下の問に合計 1 000 字以内で答えなさい。

### [問 1]

写真 2 および写真 3 の変状について、推定される発生原因を述べなさい。また、写真 2 の変状が進行した理由について、写真 1 と比較して述べなさい。さらに、写真 3 について、領域 A と領域 B で変状の程度に差が生じた理由を述べなさい。

### [問 2]

問 1 で推定した変状の原因を特定するための詳細調査について、3 つの項目を挙げ、その項目が必要となる理由を述べなさい。

### [問 3]

今後 35 年間建物を使用するために、南面 1 階外部柱の脚部および屋上の防水押えコンクリートの変状に対するそれぞれの補修方法を提案し、選定理由を述べなさい。

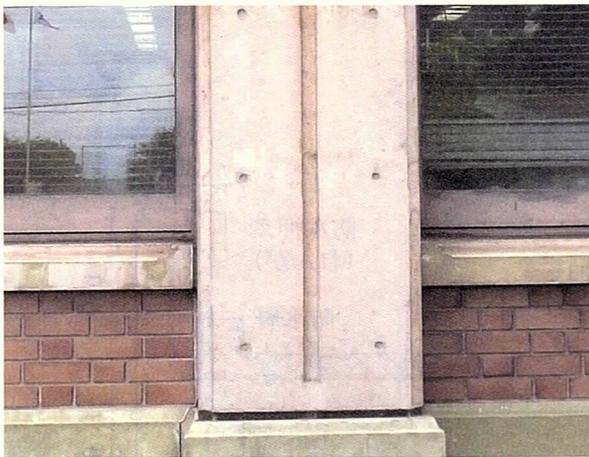


写真 1 北面 1 階外部柱の脚部



写真 2 南面 1 階外部柱の脚部

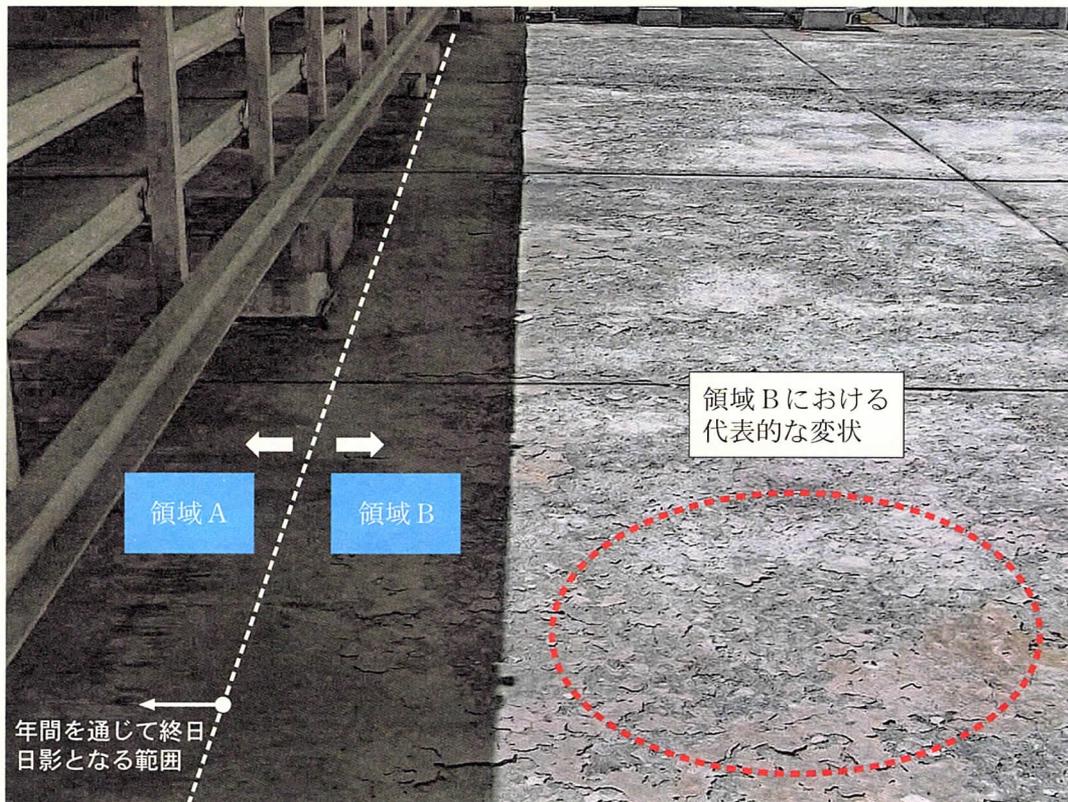


写真3 屋上の防水押えコンクリートの変状

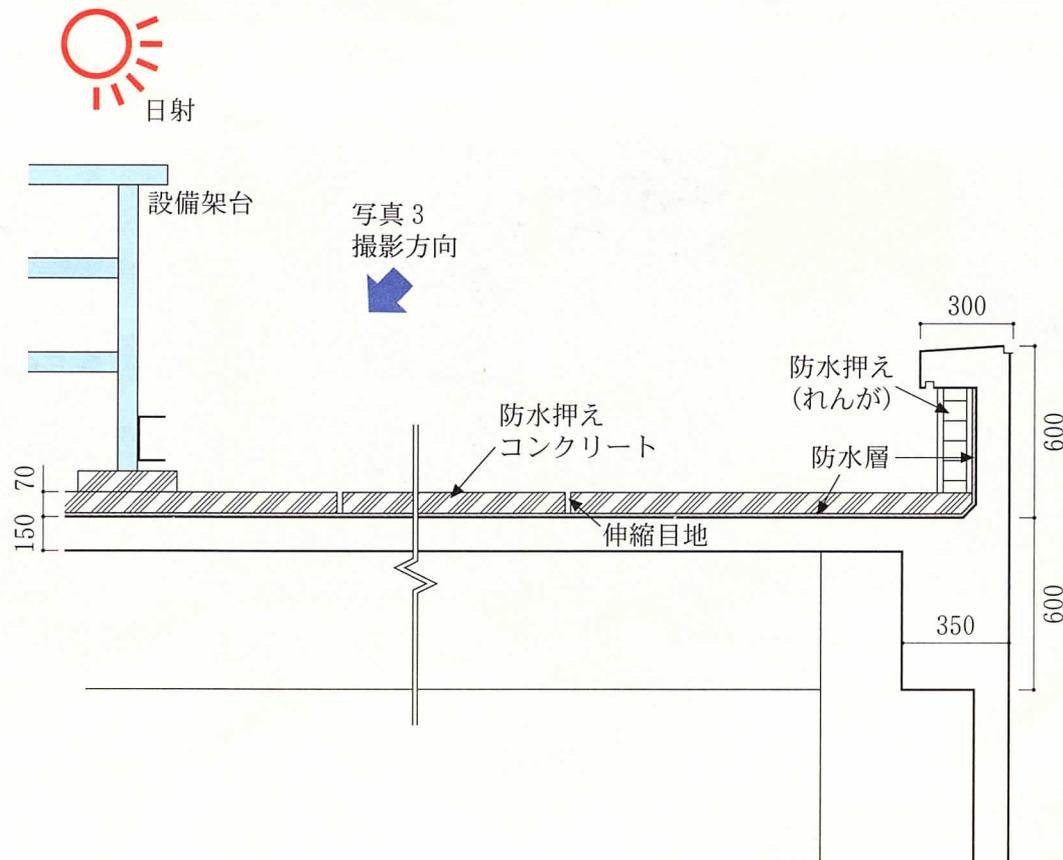


図1 屋上周辺の概略断面(単位：mm)

表1 建物の概要

立地	東北地方内陸部
用途	市庁舎
構造	RC造
柱部材の仕様	コンクリートの呼び強度 27, 水セメント比 57%, 空気量 4.5%, 川砂利および山砂使用, 骨材のアルカリシリカ反応性: 無害, かぶり(厚さ) 30 mm
防水押え コンクリート部材の仕様	コンクリートの呼び強度 18, 水セメント比 60%, 空気量 5.0%, 人工軽量粗骨材および砕砂使用, 細骨材(砕砂)のアルカリシリカ反応性: 無害, φ 6-200 mm 溶接金網シングル, かぶり(厚さ) 30 mm
階数	2 階
建設年	1989 年
仕上げ	コンクリート打放し, タイル貼り
冬期の環境条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日最深積雪 20 cm 以上の日数の月別平年値: 20 日以上で積雪日数が多い</li> <li>・ 日最低気温の月別平年値と日最高気温の月別平年値の差: 10 °C に近く寒暖差が大きい</li> </ul>

## 問題Ⅱ

写真1は、海岸沿いの鉄道上に設置されたスノーシェッドである。このスノーシェッドは別々の年代に建設されたA区間とB区間が連続している。その概要を表1に、断面図と側面図を図1に示す。

スノーシェッドのA区間には変状が認められず、補修の履歴もない。一方、B区間では1990年に梁部に鉄筋腐食に起因するコンクリートのひび割れや剥離、剥落が発生していたため、図2のような補修を実施した。しかし現在は写真2に示すように、補修箇所およびその周辺に劣化が生じている。

A区間の梁部のコンクリート、B区間の梁部の補修箇所近傍のコンクリートにおける現在の全塩化物イオン濃度の深さ方向の分布を図3に示す。

以下の問いに合計1000字以内で答えなさい。

### [問 1]

1990年までに、A区間の梁部で変状が発生せず、B区間の梁部にて変状が発生した原因を推定し、その理由を述べなさい。

### [問 2]

現在B区間の梁部の補修箇所およびその周辺が写真2に示すように劣化している原因を推定し、その理由を述べなさい。

### [問 3]

問2を踏まえて、この構造物を今後30年供用する場合、B区間に必要な対策とその選定理由について述べなさい。



写真1 スノーシェットの現況

表1 スノーシェットの概要

	A 区間	B 区間
海岸からの距離	約 30 m でほぼ一定	
竣工年	1930 年頃	1970 年頃
構造	RC 構造	RC 構造
コンクリートの骨材	川砂利, 川砂	川砂利, 海砂
反発硬度から推定したコンクリートの強度の平均値	35 N/mm <sup>2</sup>	26 N/mm <sup>2</sup>
梁部のかぶりの実測値	スターラップ: 30~32 mm 主鉄筋: 40~43 mm	スターラップ: 20~28 mm 主鉄筋: 30~37 mm
現在のコンクリートの中性化深さ	3 mm	15 mm
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海岸の斜面沿いに位置するため、資材搬入が容易でない</li> <li>・工事可能時間は列車の運行のない夜間の約 3 時間</li> </ul>	
	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1990 年に腐食ひび割れに起因するかぶりの浮きは全て叩き落とし、主鉄筋を露出させた上で、図 2 のような断面修復を行なった</li> <li>・補修箇所における断面修復材の現在の中性化深さは 0 mm で、同じく全塩化物イオン濃度は 0.1 kg/m<sup>3</sup> 以下である</li> </ul>

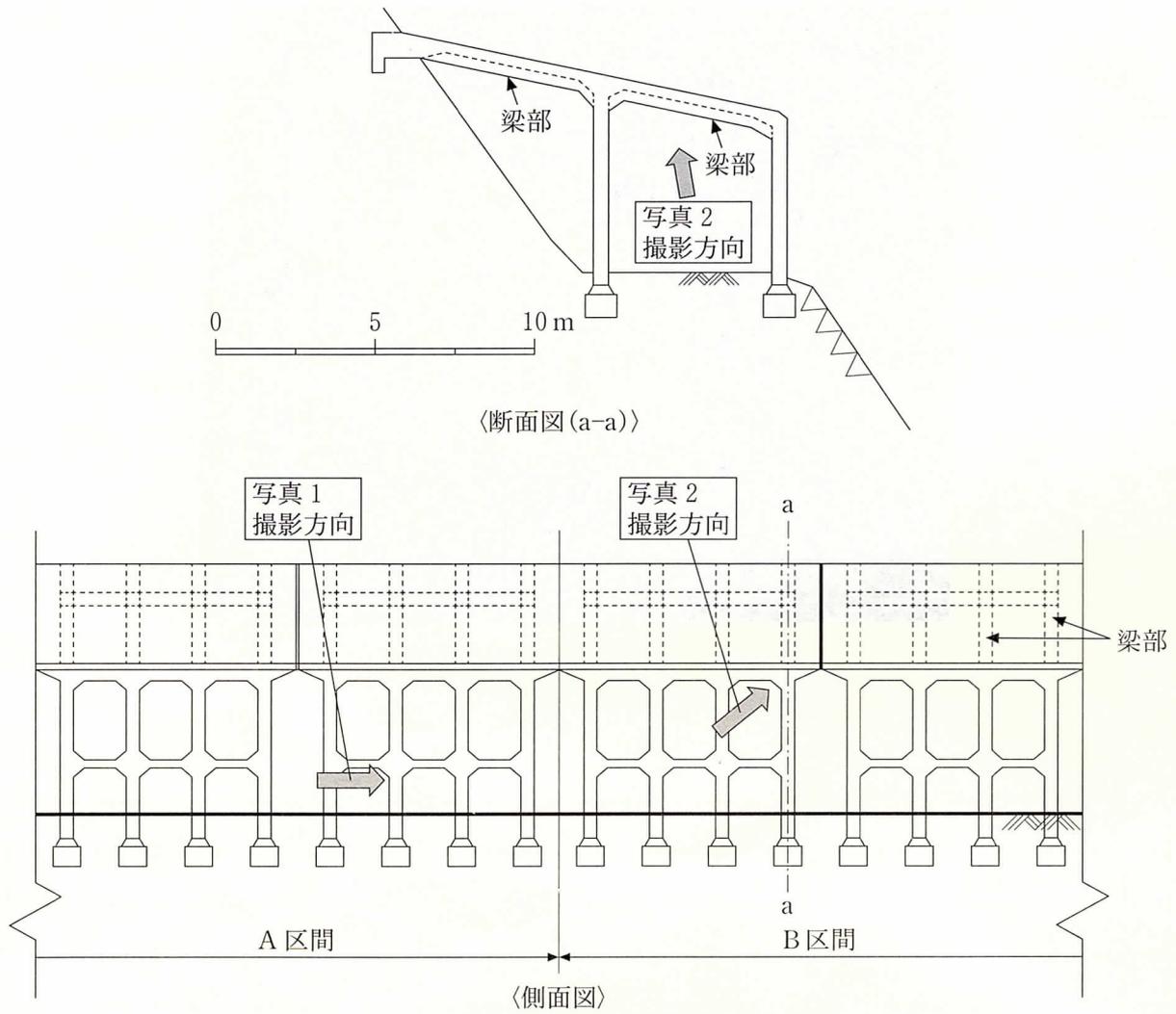


図1 スノーシェットの断面図と側面図

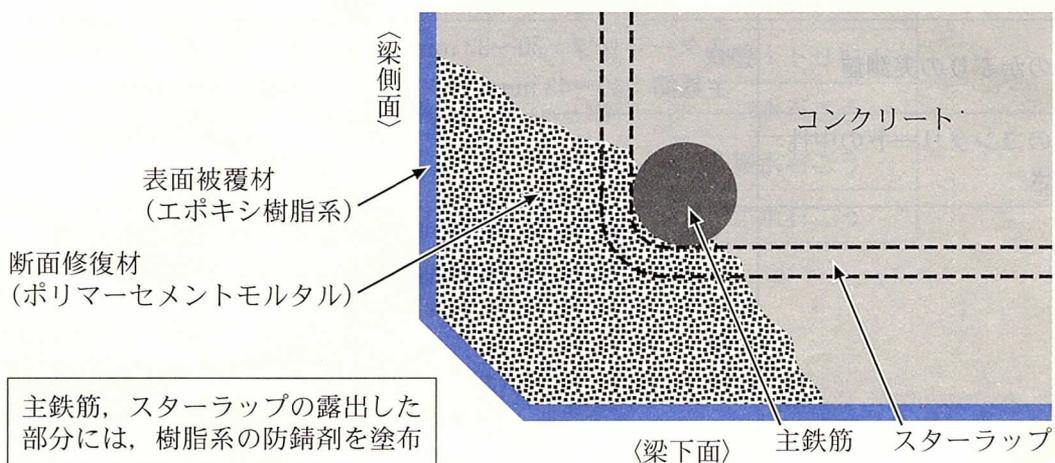
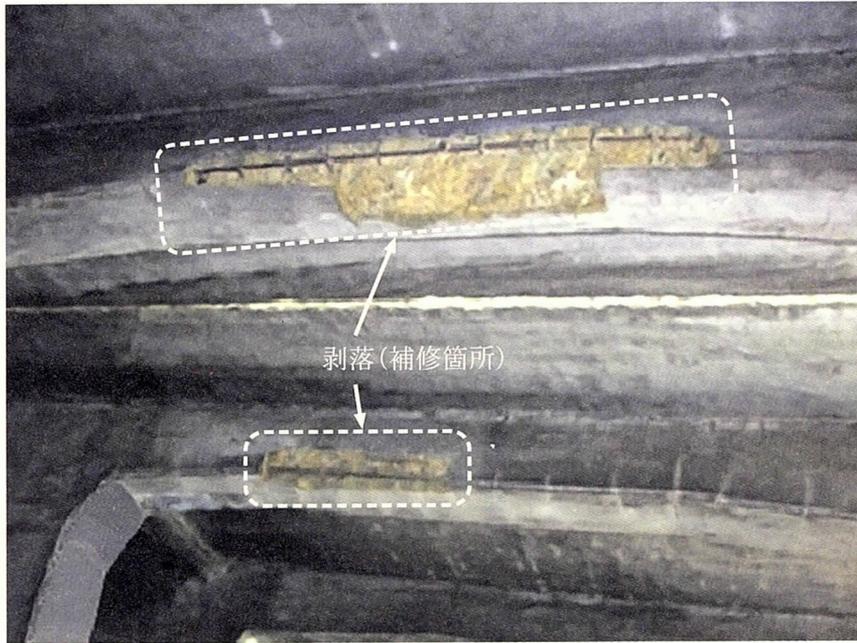


図2 1990年に実施したB区間の梁部に対する補修の概念図



(現在, 補修箇所以外では剥落は認められない)

写真2 B区間の梁部の補修箇所およびその周辺における劣化の代表的な例

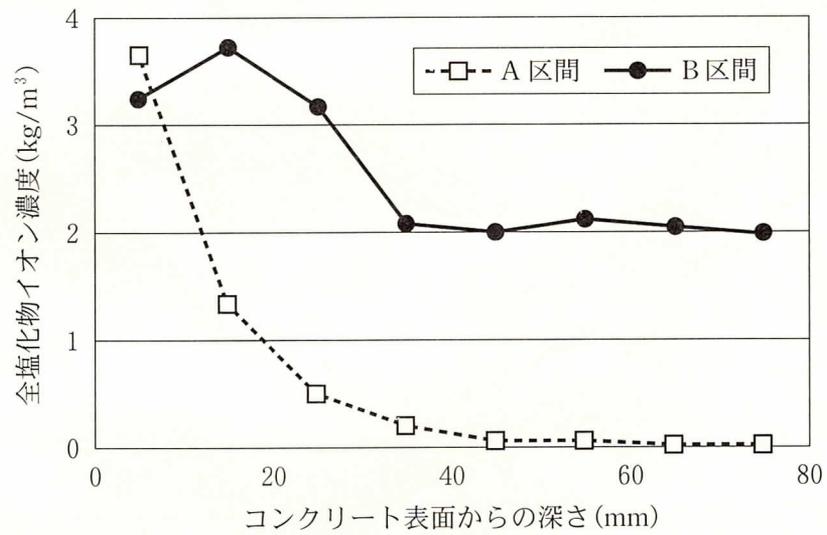


図3 現在の梁部におけるコンクリート中の全塩化物イオン濃度分布の測定結果の一例