

コンクリート桁（桁橋）（塩害）

目次

0. 概要	3
1. 塩害_飛来塩	11
1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋【プレテンT桁】	11
1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋【プレテンT桁】	23
1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋【ポステンT桁】	34
1.4 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋【ポステンT桁】	47
1.5 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋【ポステンT桁】	59
1.6 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋【ポステンT桁】	70
1.7 塩害_飛来塩【RCT桁】	81
2. 塩害_凍結防止剤	92
2.1 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_普通鉄筋【プレテンT桁】	92
2.2 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_エポキシ樹脂塗装鉄筋【プレテンT桁】	101
2.3 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による床版横締めPC鋼材の抜け出し【プレテンT桁】	109
2.4 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_普通鉄筋【ポステンT桁】	115
2.5 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_エポキシ樹脂塗装鉄筋【ポステンT桁】	124
2.6 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による鋼材腐食【ポステンT桁】	132
2.7 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による横締めPC鋼材の抜け出し【ポステンT桁】	138
2.8 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷【RCT桁】	144
2.9 塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷【RCT桁】	153
3. 塩害_初期内在塩	159
3.1 塩害_初期内在塩_桁部【プレテンT桁】	159
3.2 塩害_初期内在塩_間詰部【プレテンT桁】	166
3.3 塩害_初期内在塩_桁部【ポステンT桁】	173
3.4 塩害_初期内在塩_間詰部【ポステンT桁】	180
3.5 塩害_初期内在塩【RCT桁】	187

0. 概要

作成する診断セット（1）

- PC桁の損傷事例数から優先的に作成する診断セットを決定。
⇒C2判定のうち損傷事例数が多い「塩害」を対象に作成。 ※進展等のメカニズムがある損傷に着目

「塩害」は、外的要因として主に隅角部に生じる飛来塩による塩害と凍結防止剤による塩害
内的要因として塩分総量規制（1986年）以前の桥梁が多いことから内在塩による塩害を整理。

直轄橋梁数		PC桁橋									
C2判定損傷橋梁数		プレテンT桁	プレテンT桁 (合成)	ボステンT桁	ボステンT桁 (合成)	PC桁橋 (その他)	プレテン箱桁	プレテン箱桁 (合成)	ボステン箱桁	ボステン箱桁 (合成)	計
1	疲労	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
2	塩害	6	0	9	2	0	0	0	1	0	18
3	凍害	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
4	ASR	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
5	中性化	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	想定外の荷重	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	衝突	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
8	地震	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
9	乾燥収縮・温度応力	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
10	化学的腐食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	品質の経年劣化	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12	製作・施工不良	9	0	28	1	0	0	0	5	0	43
13	防水・排水工不良	2	1	24	5	0	0	0	2	0	34
14	その他	1	0	4	1	0	0	0	0	0	6
計		20	1	74	9	1	0	0	9	12	126
< 参考 > 橋梁数		2533 (44.9%)	65 (1.2%)	2169 (35.6%)	310 (5.2%)	240 (4.3%)	23 (0.4%)	1 (0.0%)	503 (8.0%)	12 (0.2%)	5856 (100.0%)

損傷事例数の集計について

- 2006～2019年までの点検調書に記載のある直轄管理の橋梁を対象。
- コンクリート上部構造（構造形式がPCであるもの）のうち対策区分C2判定を対象。

※構造形式の分類・名称は【橋梁定期点検要領】に準拠

※単位：橋梁数

作成する診断セット（2）

診断セット作成メカニズム整理を目的に点検調書の劣化事例を集計しRC桁の対象橋梁形式の抽出する
⇒RC桁の中でも特に損傷事例数が多い、「R C T 桁」の「塩害」を中心に診断セットを作成。

直轄橋梁数		RC桁			
C2判定損傷橋梁数		R C T 桁	R C 桁橋 (その他)	R C 箱桁	計
1	疲労	2	0	0	2
2	塩害	17	0	0	17
3	凍害	6	0	0	6
4	ASR	0	0	0	0
5	中性化	2	0	0	2
6	想定外の荷重	3	0	0	3
7	衝突	0	0	0	0
8	地震	2	0	0	2
9	乾燥収縮・温度応力	7	0	0	7
10	化学的腐食	0	0	0	0
11	品質の経年劣化	13	0	1	14
12	製作・施工不良	44	0	1	45
13	防水・排水工不良	26	0	0	26
14	その他	4	0	0	4
計		126	0	2	128
< 参考 > 橋梁数		1256 (92.9%)	19 (5.7%)	77 (1.4%)	1352 (100.0%)

※単位：橋梁数

抽出条件

- ・ 2006年～2019年までの点検調書に記録がある橋梁を対象。
- ・ 直轄管理の橋梁を対象。
- ・ RC桁の対策区分C2判定を対象。※橋梁形式の名称は【橋梁定期点検要領】に準拠

0. 概要

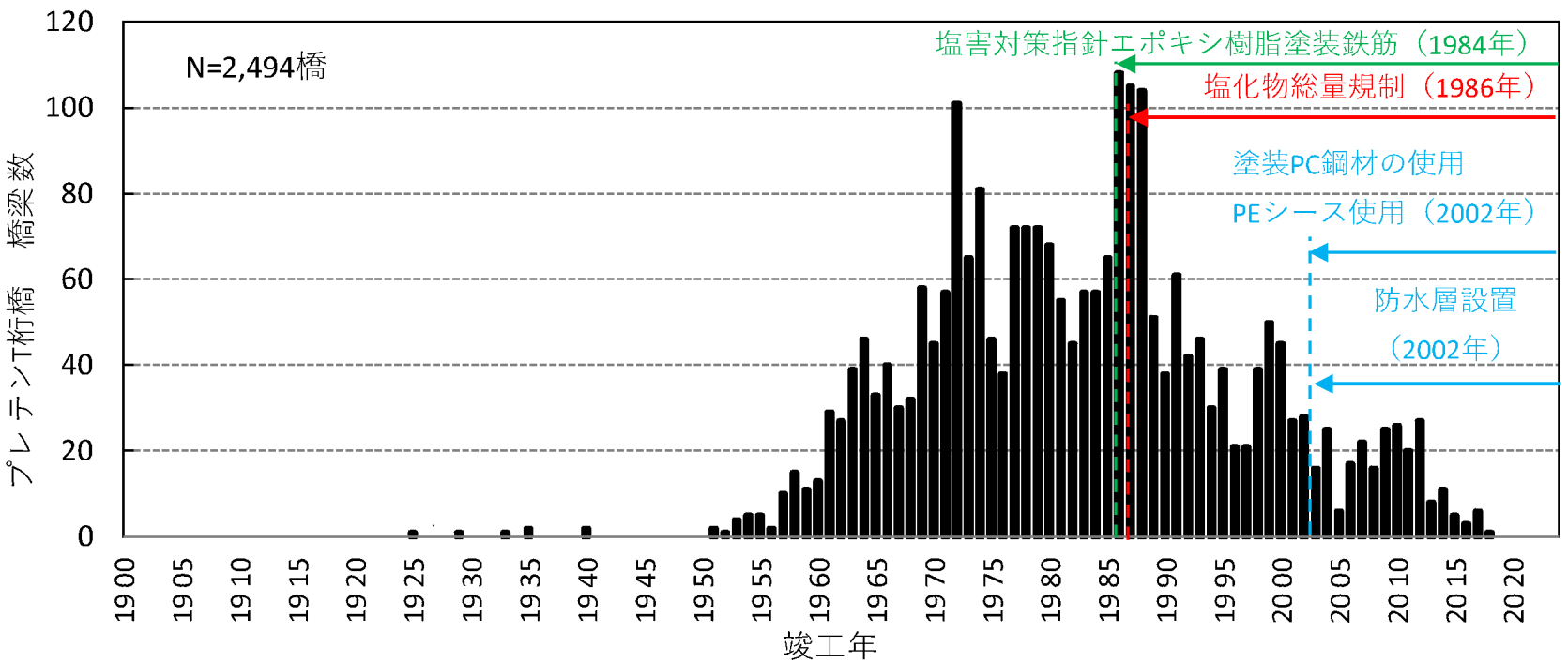
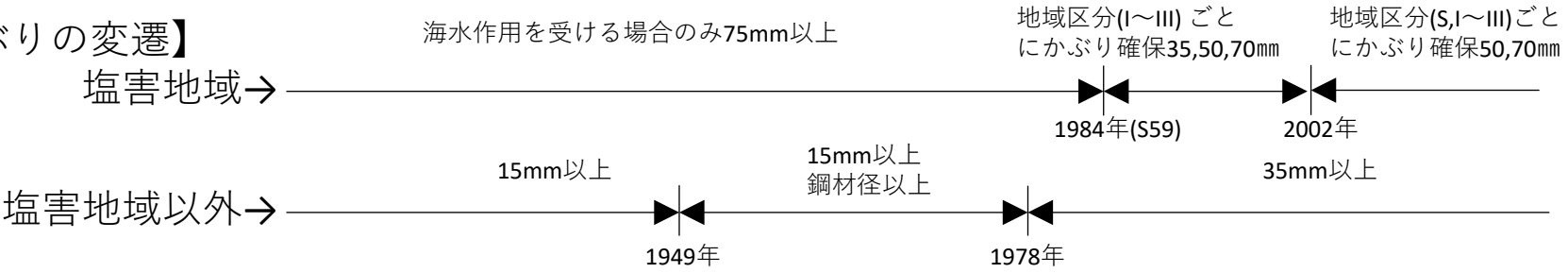
条件の整理

診断セットにおける条件の整理のために、現存する直轄のプレテンT桁橋の竣工年と基準を整理した。

- ・現存する橋梁の半数近くは、「鋼材のかぶり（35mm以上）や塩害かぶり」「塩化物総量規制」に関する基準制定前に竣工された橋梁である。「防水層設置の義務化」「塗装PC鋼材・PEシース適用」について考慮する。

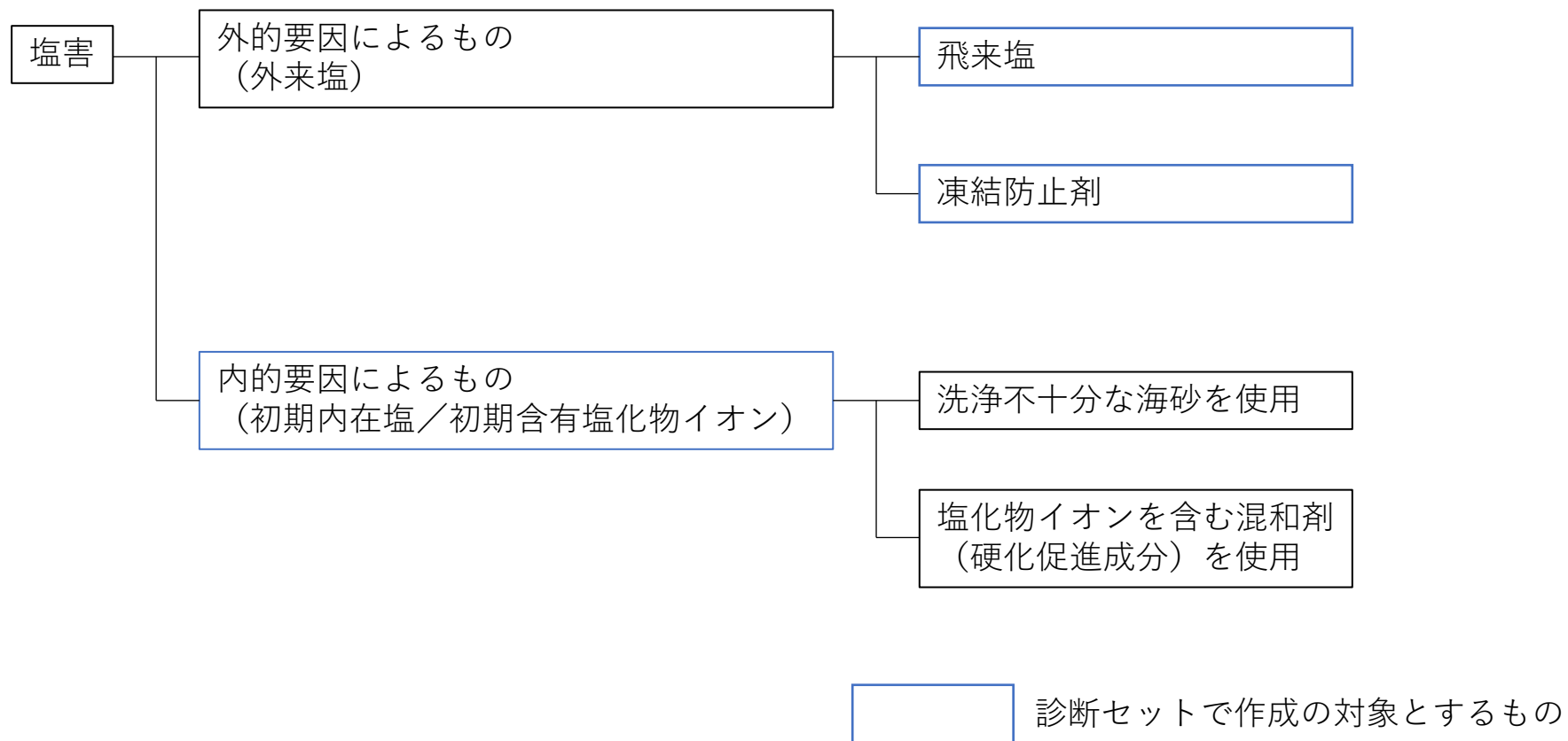
メカニズムは、上記を条件として整理する。

【かぶりの変遷】



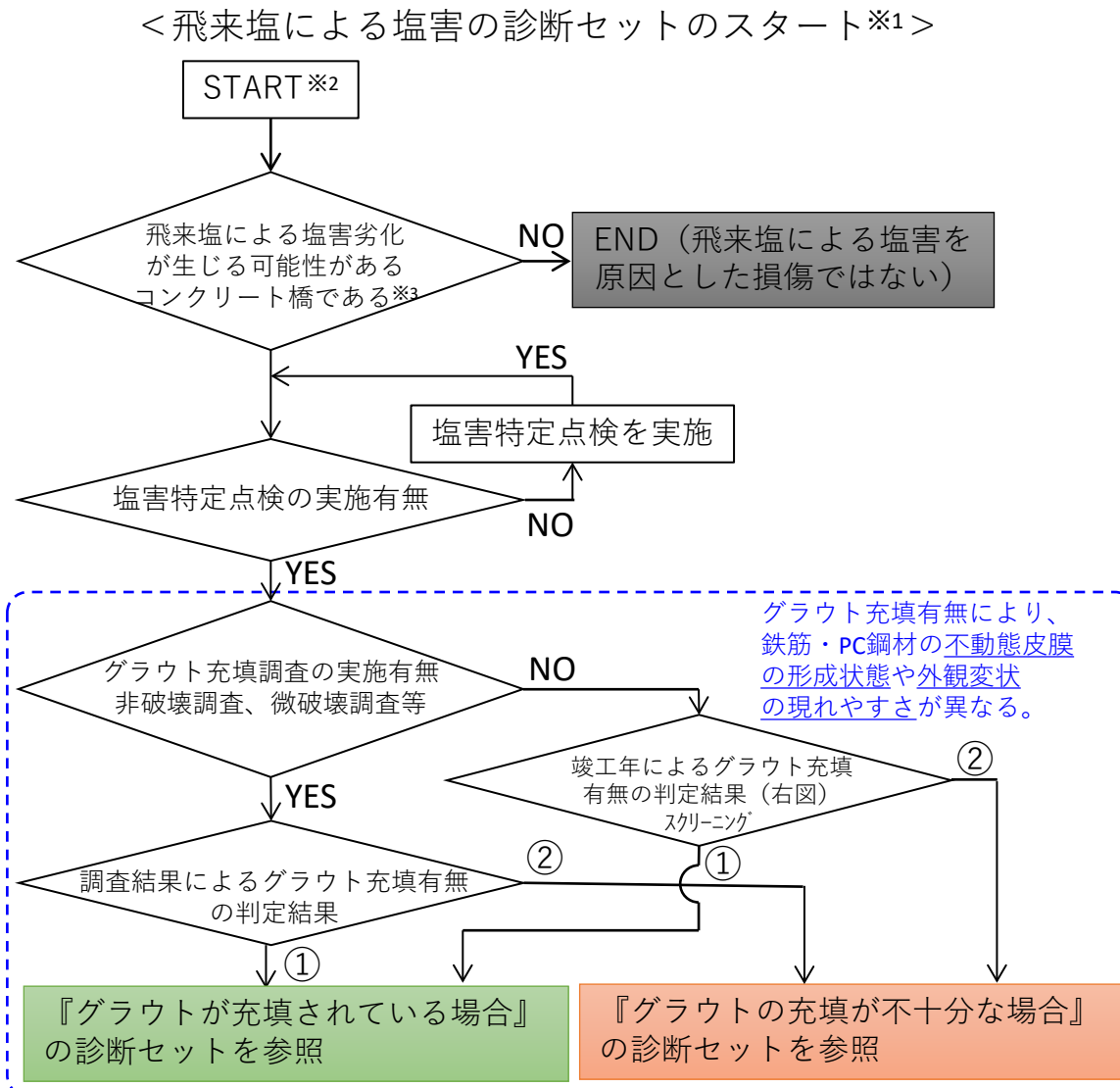
0. 概要

- 塩害における診断セットで対象とするものは、以下青枠のとおり。
- 塩化物総量規制前に竣工された橋梁が多いことから、内在塩による塩害も作成対象とする



0. 概要

横締めグラウト充填有無の判定



◆ 竣工年によるグラウト充填有無の判定 (スクリーニング)

<着目点>

- a) 上縁定着あり：**1993年以前**
※竣工図がある場合には竣工図で判断可能
• 1994年に改訂された建設省標準設計ではすべてのPC鋼材が端部定着とされたが、1993年以前では上縁定着が存在する場合がある。上縁定着の場合には、グラウトの先流れによる充填不良が生じている可能性がある。
- b) ブリーディングの未抑制：**2002年以前**
• 2002年(H14)道示でノンブリーディング型グラウトが標準として規定。2002年以前ではブリーディングの発生により充填不良が生じている可能性がある。
- c) 先流れ未対策：**1996年以前**
• 1996年以前はグラウトの先流れ現象による空気溜りが生じ、充填不良が生じている可能性がある。(1996年以降は粘性型グラウトが使用されるようになる)
- d) 流量計未設置：**1996年以前**
• 1996年以前はグラウト注入時に流量計が使用されていないため注入忘れや充填不足が生じている可能性がある。(1996年以前は排出口からの目視確認)
- e) シース導通確認方法：**2002年以前**
• 2002年以前はシースの導通確認が水通しにより行われているため残留水により充填不良が生じている可能性がある。(2002年以降は空気通し)
- f) シース径：**1980年以前**
• 1980年代以前はシース径が小さく、グラウトの充填性が悪い場合充填不良が生じている可能性がある。
- g) グラウト注入機材：**2002年以前**
• 電動スクイズ式ポンプを使用。2002年以降は真空ポンプを併用。

<判定>

2002年以前→グラウト未充填と判定
2002年以降→グラウト充填と判定

0. 概要

鋼材、シースの分類（主方向PC鋼材）

<鋼材（鉄筋、PC鋼材）種別、シースの分類>

適用される材料によって損傷メカニズムが異なる。ここでは、基準によって以下のケースに分類する。

⇒診断セットは下表赤枠の2つのケース（A、B）を対象とする。下表Cは、普通鋼材を用いた場合よりも、塩害等により鋼材腐食が生じにくいことから、今回の診断セット作成対象から除いた。2002年以降、架橋条件等を考慮した上で材料種別が個別に協議され定められることから、橋梁ごとに材料が異なる可能性がある。そこで、下図のフローに従ってスクリーニングすることとした。

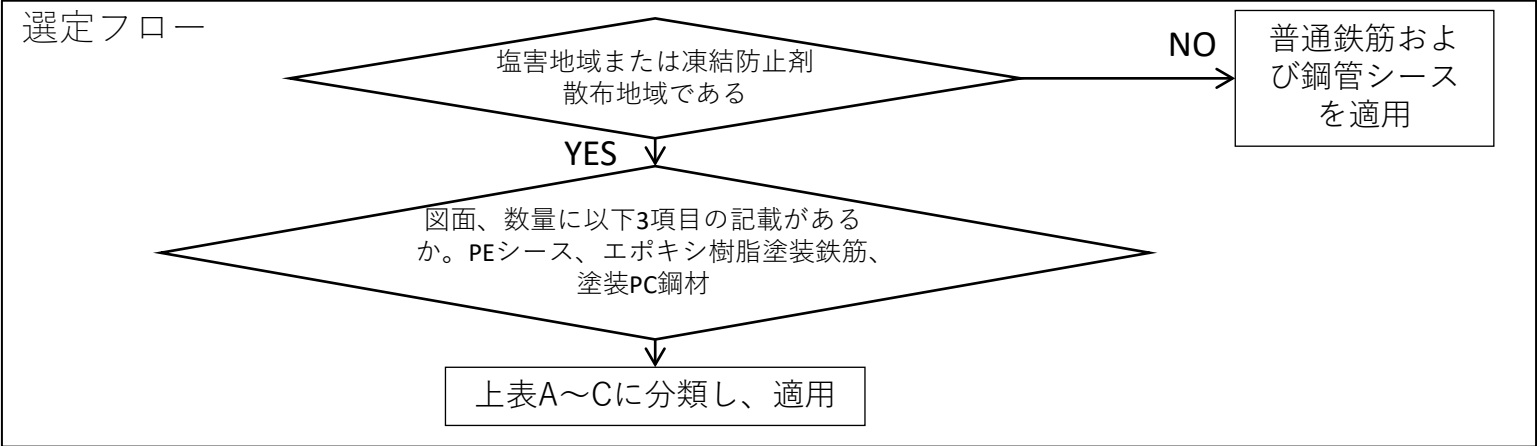
診断セット作成対象

分類	A：～1984年	B：1985年～2002年	C：2002年～
鉄筋種別 ^{※3} （普通鉄筋/エポキシ樹脂塗装鉄筋）	普通鉄筋	エポキシ樹脂塗装鉄筋	エポキシ樹脂塗装鉄筋
PC鋼材種別 ^{※2} （普通鋼材/塗装PC鋼材）	普通PC鋼材	普通PC鋼材	塗装PC鋼材
シース種類 （鋼管シース/PEシース）	鋼製シース	鋼製シース	PEシース
ケースの分類 ^{※1}	記載箇所 1. 1-①a) (1. 1-②a)) ・ 普通鉄筋 ・ 普通PC鋼材 ・ 鋼管シース	記載箇所 1. 1-①b) (1. 1-②b)) ・ エポキシ樹脂塗装鉄筋 ・ 普通PC鋼材 ・ 鋼管シース	（作成しない） ・ エポキシ樹脂塗装鉄筋 ・ 塗装PC鋼材 ・ PEシース

※1：設計施工検討段階において、別途適用の可否を判断するため、必ずしも上記の各年代以降の材料がすべて上記の材料を用いているわけではない。

※2：塗装PC鋼材は、2000年に基準が整理された。ただし、PEシースと併用することとの記載があるため、実情はPEシースの基準が整理された2002年以降に適用されるため、上表の分類では2002年を適用した年としている。

※3：（土木学会のエポキシ樹脂塗装を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針（案）が1986年に制定されているので1980年代後半から使われるようになってきた。



0. 概要

鋼材、シースの分類（横締めPC鋼材）

<鋼材（鉄筋、PC鋼材）種別、シースの分類>

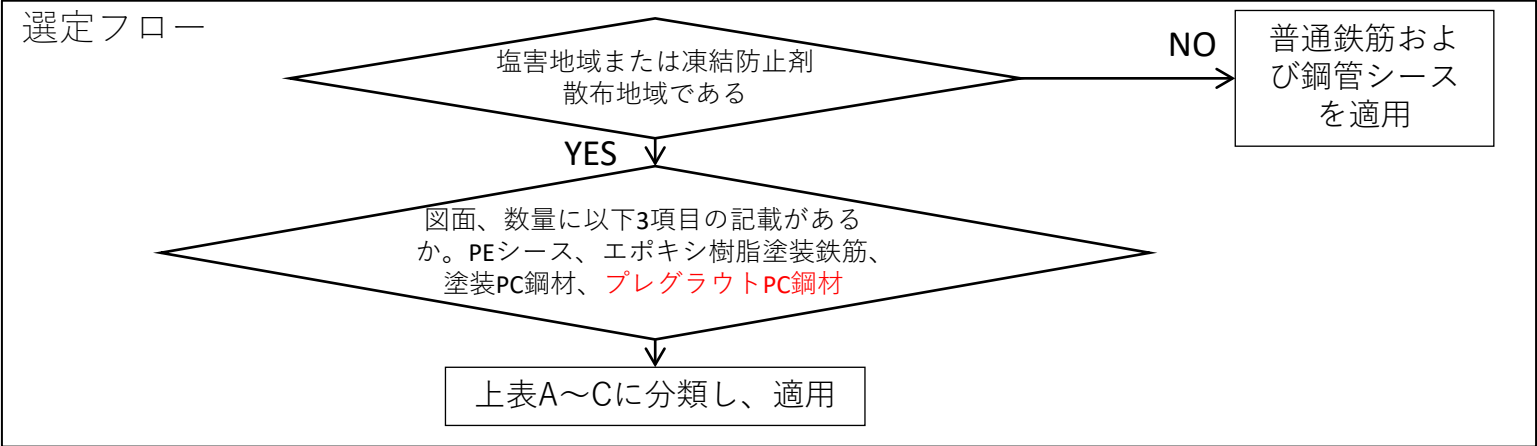
横締めPC鋼材は主方向PC鋼材とは異なり、グラウト及びプレグラウトPC鋼材の使用を想定し適用年代を整理。

⇒診断セットは下表赤枠の2つのケース（A、B）を対象とする。下表Cは、普通鋼材を用いた場合よりも、塩害等により鋼材腐食が生じにくいことから、今回の診断セット作成対象から除いた。2002年以降、架橋条件等を考慮した上で材料種別が個別に協議され定められることから、橋梁ごとに材料が異なる可能性がある。そこで、下図のフローに従ってスクリーニングすることとした。

診断セット作成対象

分類	A：～1984年	B：1985年～2002年	C：1990年～	D：2002年～
グラウト充填 （充填/充填不良）	ブリーディンググラウトの使用			ノンブリーディンググラウトの使用
鉄筋種別※3 （普通鉄筋/エポキシ樹脂塗装鉄筋）	普通鉄筋	エポキシ樹脂塗装鉄筋	エポキシ樹脂塗装鉄筋	エポキシ樹脂塗装鉄筋
PC鋼材種別※2 （普通鋼材/塗装PC鋼材）	普通PC鋼材	普通PC鋼材	プレグラウトPC鋼材※4	塗装PC鋼材 プレグラウトPC鋼材
シース種類 （鋼管シース/PEシース）	鋼製シース	鋼製シース	-	PEシース
ケースの分類※1	記載箇所 1.1-①a) (1.1-②a)) ・グラウト不良の懸念有 ・普通鉄筋 ・普通PC鋼材 ・鋼管シース	記載箇所 1.1-①b) (1.1-②b)) ・グラウト不良の懸念有 ・エポキシ樹脂塗装鉄筋 ・普通PC鋼材 ・鋼管シース	（作成しない） ・グラウト充填 ・エポキシ樹脂塗装鉄筋 ・プレグラウトPC鋼材	（作成しない） ・グラウト充填 ・エポキシ樹脂塗装鉄筋 ・塗装PC鋼材、 プレグラウトPC鋼材 ・PEシース

※1：設計施工検討段階において、別途適用の可否を判断するため、必ずしも上記の各年代以降の材料がすべて上記の材料を用いているわけではない。
※2：塗装PC鋼材は、2000年に基準が整理された。ただし、PEシースと併用することの記載があるため、実情はPEシースの基準が整理された2002年以降に適用されるため、上表の分類では2002年を適用した年としている。
※3：（土木学会のエポキシ樹脂塗装を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針（案）が1986年に制定されているので1980年代後半から使われるようになってきた。
※4：1990年よりプレグラウトPC鋼材が使用された。



0. 概要

塩害が発生する前提条件の整理

主方向の前提条件（塩害の要因別）

注：プレテンの場合、主方向はグラウトがなく、横方向はグラウトがあるため方向別に分類し前提条件を整理する。

“飛来塩による塩害”の前提条件

- 普通鋼材 ： ～ 2 0 0 2 年 → 塩害が発生
- 重防食鋼材 ： 2 0 0 3 年 ～ → 塩害が生じない（生じにくい）
（重防食鋼材と普通鋼材の併用期間）
- エポキシ樹脂塗装鉄筋，普通PC鋼材 ： 1 9 8 6 年 ～ → PC鋼材に塩害が発生

注：主方向における飛来塩による塩害が卓越するため、横方向における飛来塩による塩害は考慮しない。

横方向の前提条件（塩害の要因別）

“凍結防止剤による塩害”の前提条件

- ブリーディンググラウト，スパイラルシース，普通鋼材 ： ～ 2 0 0 2 年 → 塩害が発生
- ノンブリーディンググラウト，P E シース，重防食鋼材 ： 2 0 0 3 年 ～ → 塩害が生じない（生じにくい）
（重防食鋼材と普通鋼材の併用期間）
- ブリーディンググラウト，スパイラルシース，
エポキシ樹脂塗装鉄筋，普通PC鋼材 ： 1 9 8 6 年 ～ → PC鋼材に塩害が発生

確認方法

- 設計図書（設計条件表，図面，数量など）
- 施工図書（図面，数量など）
- 点検調書（既往の調査記録など）



前提条件を確認できない場合は“安全側”の条件で診断する

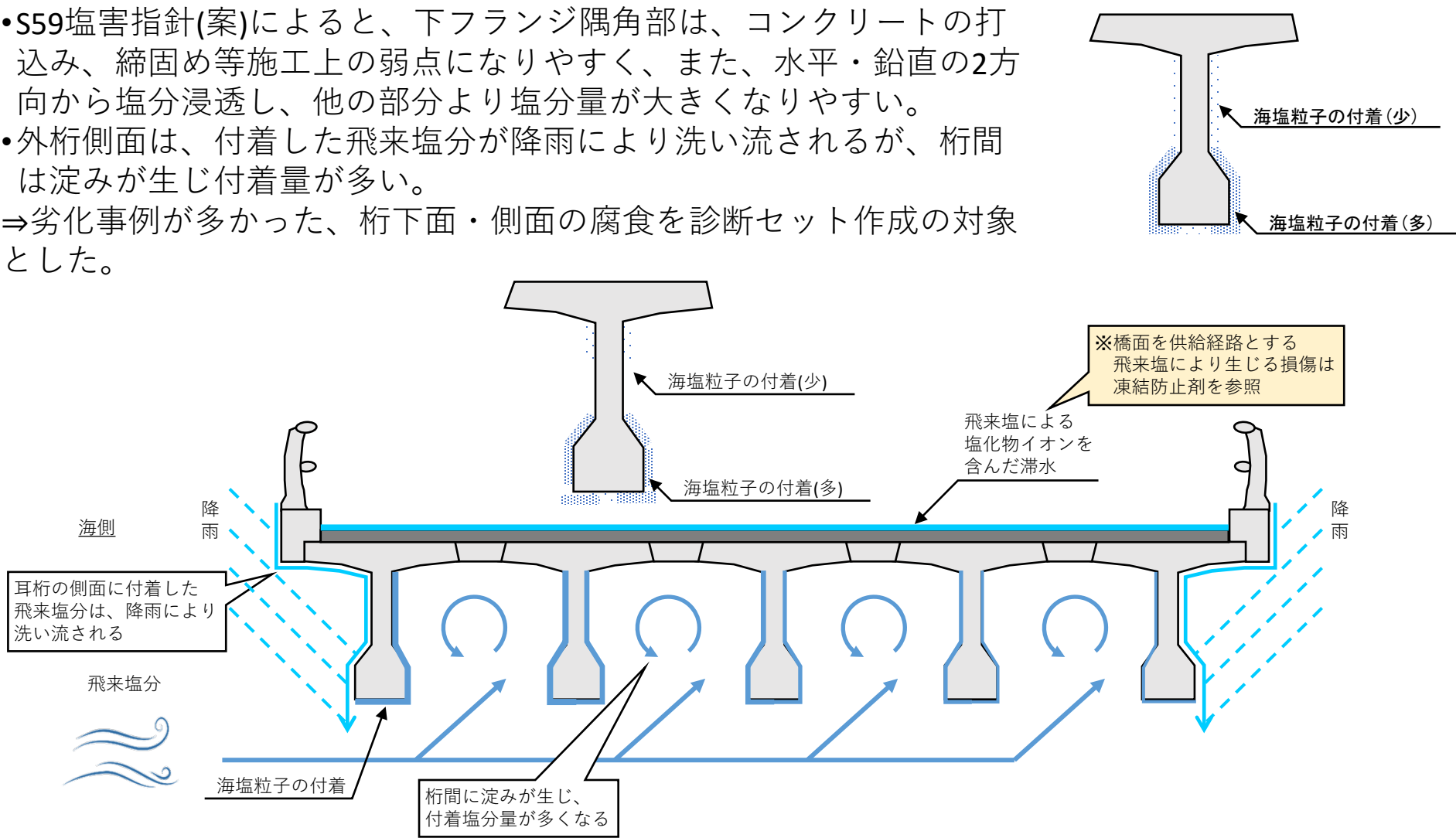
”安全側”の条件

- 飛来塩による塩害の前提条件 ： 普通鋼材
- 凍結防止剤による塩害の前提条件 ： ブリーディンググラウト，スパイラルシース，普通鋼材

1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

飛来塩の供給経路の想定

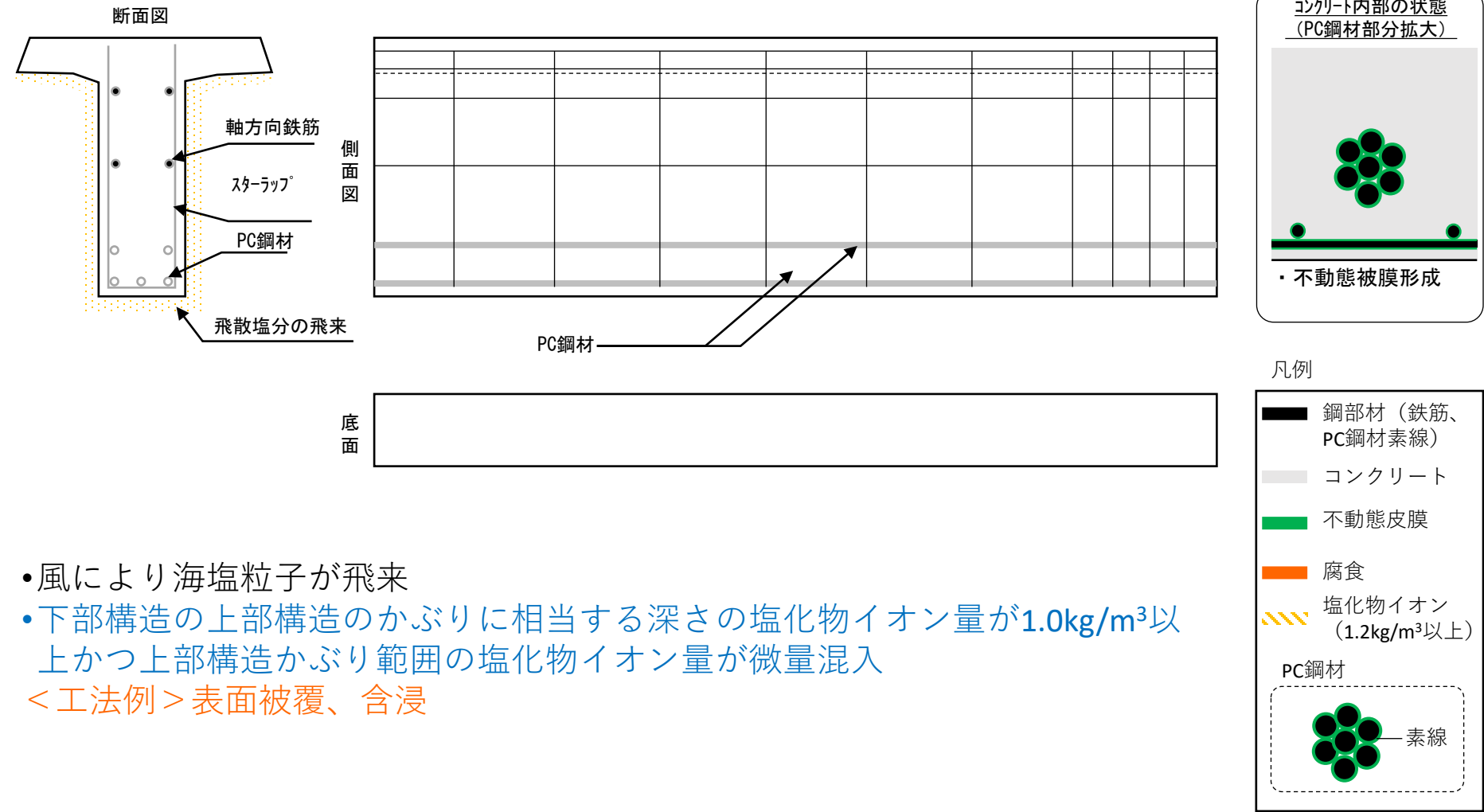
- S59塩害指針(案)によると、下フランジ隅角部は、コンクリートの打込み、締固め等施工上の弱点になりやすく、また、水平・鉛直の2方向から塩分浸透し、他の部分より塩分量が大きくなりやすい。
 - 外桁側面は、付着した飛来塩分が降雨により洗い流されるが、桁間は淀みが生じ付着量が多い。
- ⇒劣化事例が多かった、桁下面・側面の腐食を診断セット作成の対象とした。



1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

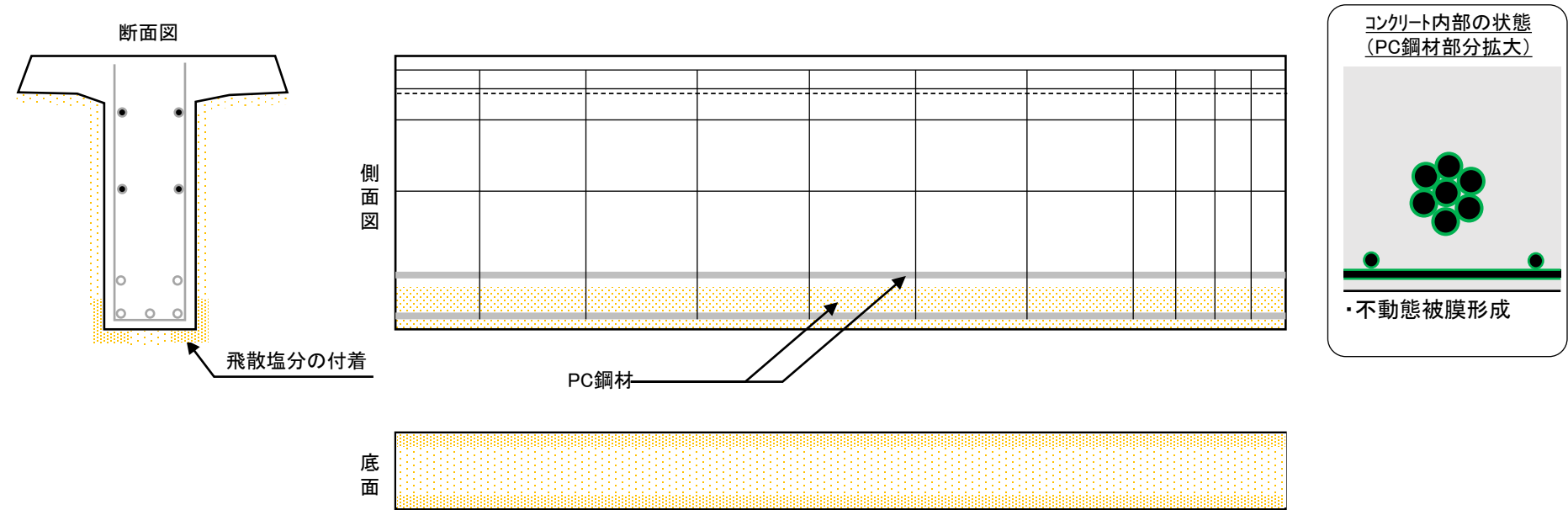
1. 塩化物イオンの供給 外観変状無し



1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

- 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

2.コンクリート表面への塩分の付着 外観変状無し

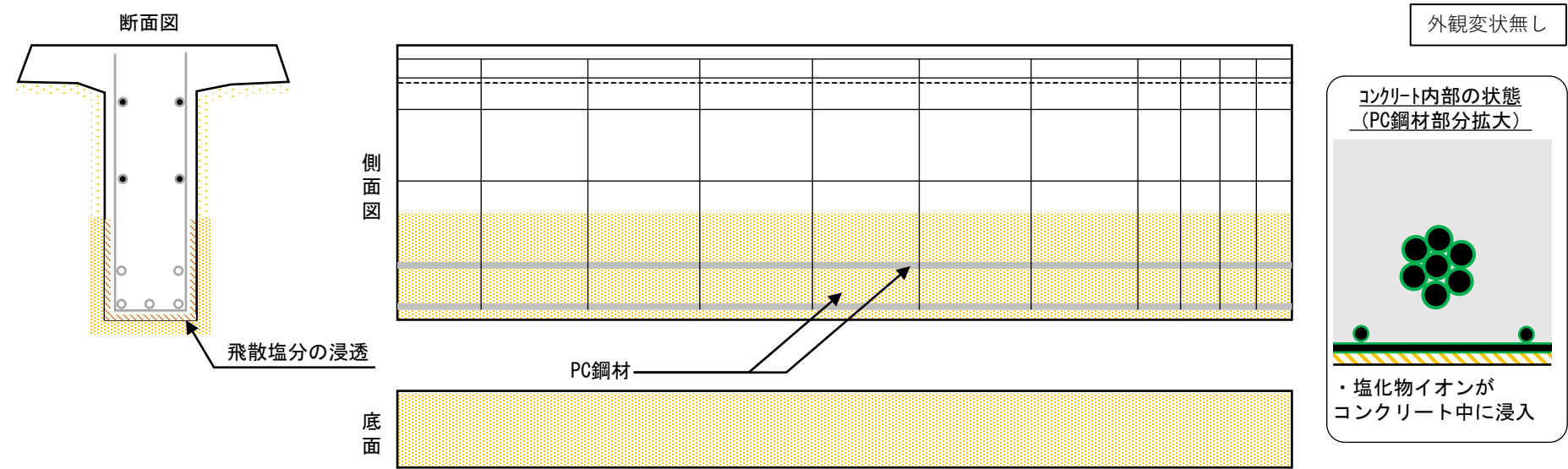


- コンクリート表面に飛来塩分が付着
 - 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入
- <工法例> 表面被覆、含浸

1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

3. コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満）



- ・塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- ・中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- ・水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。
- ・高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- ・浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

【3-1 将来劣化なし】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超えない
- <工法例> 表面被覆、含浸

【3-2 将来劣化あり】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超える
- <工法例> 表面被覆、含浸、電気防食

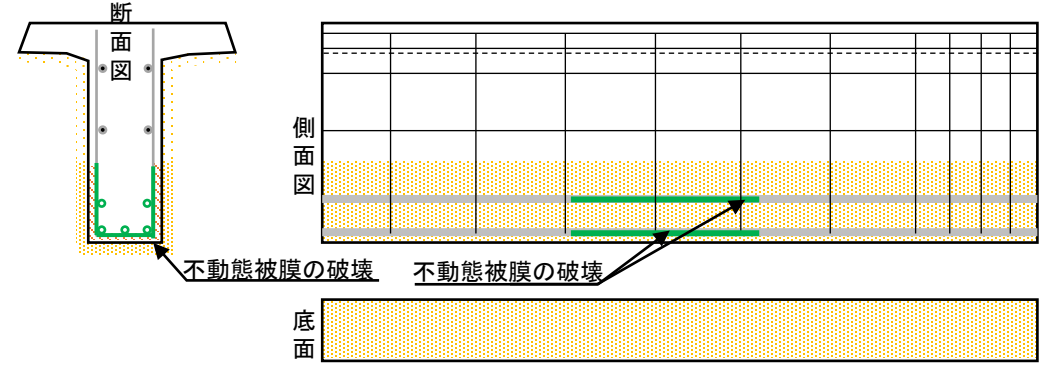
1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

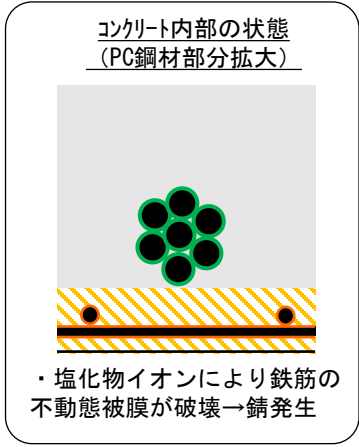
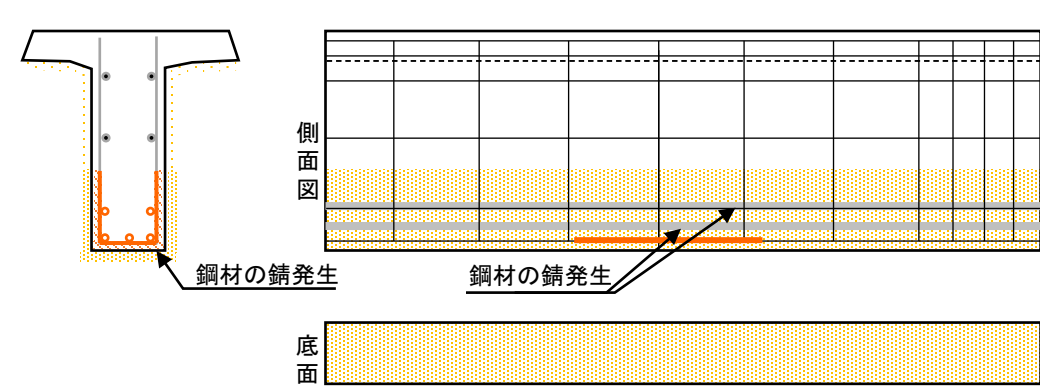
4. 鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³以上

外観変状無し

4-1. 鋼材の錆未発生



4-2. 鋼材の錆発生



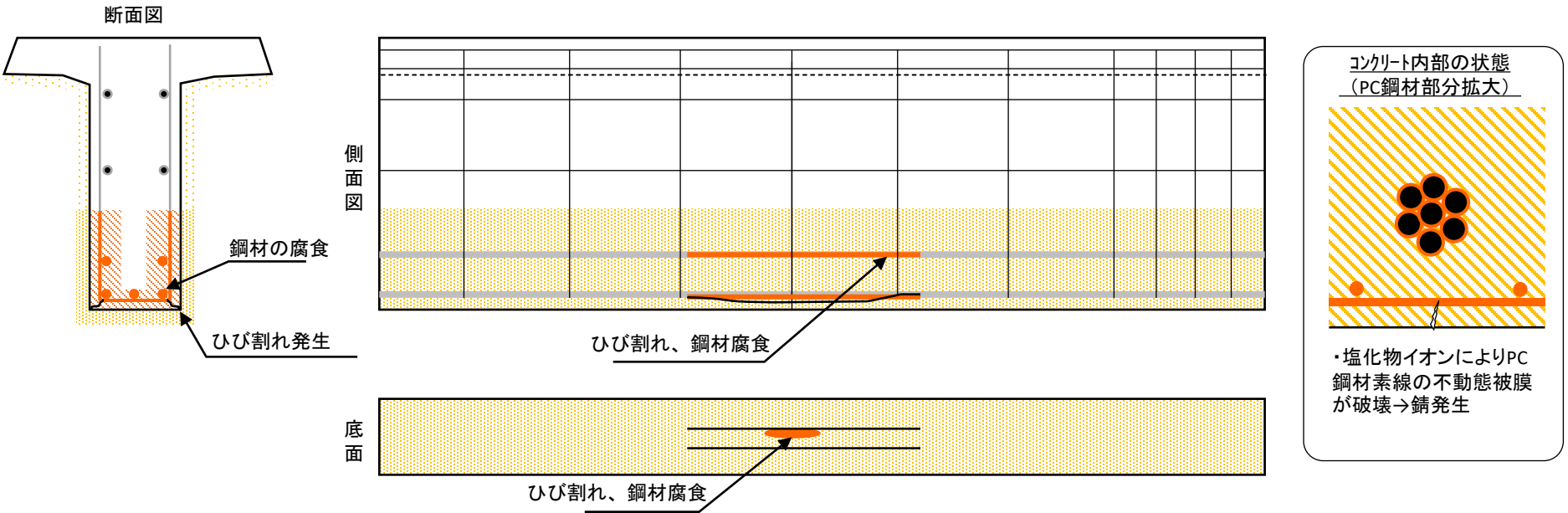
- 強いアルカリ環境下では鋼材は腐食しにくいですが、鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過すると、不動態皮膜が破壊され表面的な錆が発生する。
- 外観の変状で判断することは困難。
- 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³以上

<工法例> 電気防食

1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

- 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5. 鋼材腐食とコンクリートひび割れの発生 外観変状有り

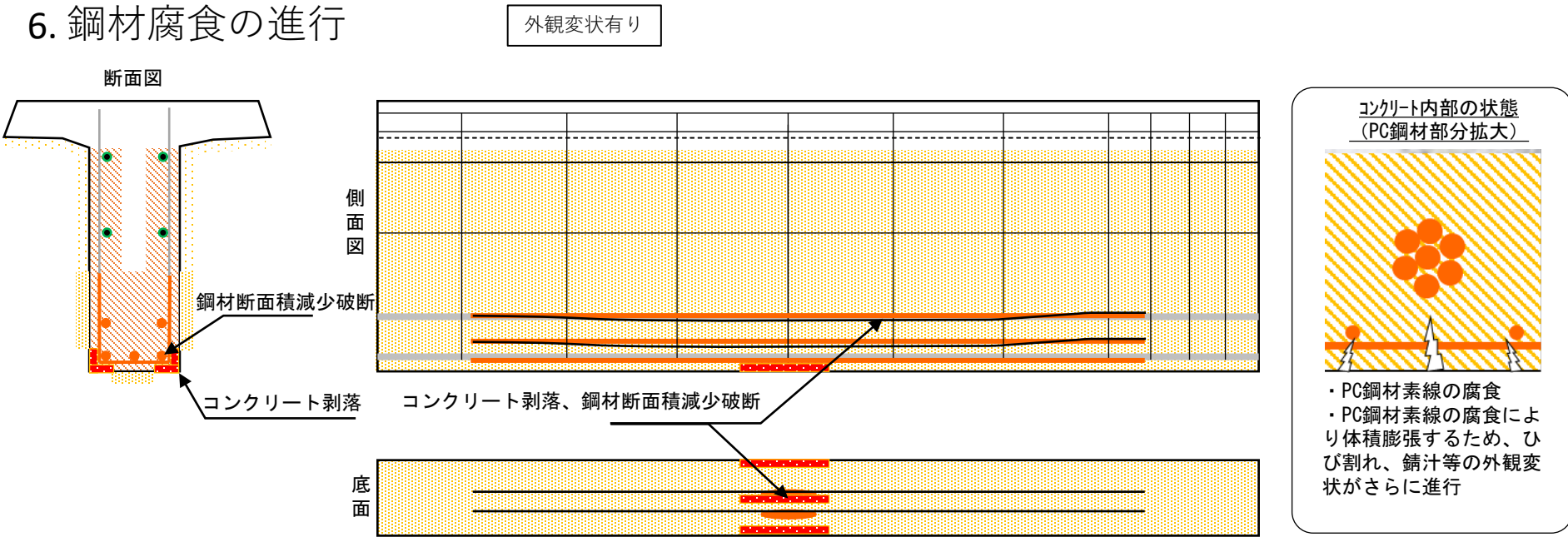


- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
 - ひび割れの入り方は部材形状や配筋状態によって異なるが、鋼材に沿った直線的なひび割れとなることが多い。
- <工法例> 電気防食

1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

6. 鋼材腐食の進行



- ・鋼材腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ・ひび割れや鋼材腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鋼材露出、破断が発生する。
- ・かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- ・コンクリートの剥落が進み、露出した鋼材は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- ・桁下条件によっては第三者被害が発生する。

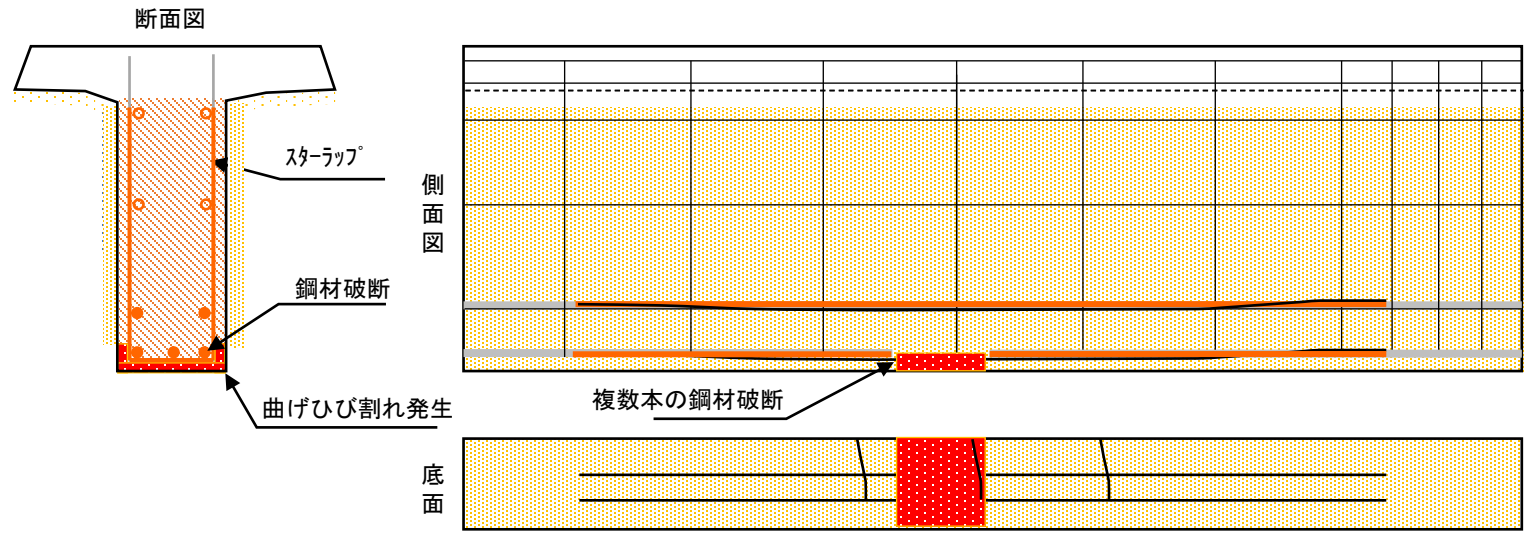
<工法例> 電気防食

1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

7. 鋼材破断の進行

外観変状有り



- ・複数本の鋼材の破断が発生。
 - ・部材の耐荷力低下が懸念される。
 - ・支間中央に曲げひび割れが発生したり、たわみが増加する。
- <工法例> モニタリング、ベント設置、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用（プレテンT桁）】

・ 点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

▶対象橋梁は、H29道示の塩害の影響を受ける地域に位置するコンクリート橋とする。なお、下部構造もしくは上部構造で塩害特定点検を実施することを前提とし、塩害特定点検結果から下表青字で示す診断の決め手となる情報を元に、措置の方針を決定する。

メカニズム			点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加情報	対策区分 判定（案）		措置の方針	工法例			
外観変状 無し	1.塩化物イオンの供給		—	・ 塩化物イオン含有量調査（ドリルコア）※塩害特定点検で実施	・ 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が1.0kg/m³以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入		C1		長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸			
	2.コンクリート表面への塩分の付着												
	コンクリート内部への浸透・拡散 （鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満）	3-1.将来劣化なし	・ 塩害防止対策の有無（表面被覆、防食鉄筋など）				・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³ ^{注1} 未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超えない		C1	C1		長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸
		3-2.将来劣化あり								C1	延命（遮塩、鋼材の防食）		表面被覆or含浸、電気防食 ^{注2}
		鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³以上									4-1.鋼材の錆未発生	—	・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³ ^{注1} 以上
4-2.鋼材の錆発生	C2		延命（鋼材の防食）		電気防食 ^{注2}								
外観変状 有り			5.鋼材腐食とコンクリートひび割れの発生	・ 鋼材に沿ったコンクリートのひび割れ（錆汁を伴う場合もある）	・ はつり調査、コア・ドリル削孔調査（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・ 鋼材に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある） ・ 鋼材の腐食が発生		S2	C2				
	6.鋼材腐食の進行		・ 鋼材の断面積減少、破断 ・ コンクリートの浮き、剥落 ・ 腐食鋼材の露出	・ はつり調査、コア・ドリル削孔調査（鋼材が露出していない場合）	・ かぶりコンクリートの浮き、剥落が発生 ・ 腐食鋼材の露出が発生 ・ 鋼材の断面積減少、破断が発生		S2	C2	延命 ^{注3} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注2}			
	7.鋼材破断の進行		・ 複数本の鋼材破断 ・ 曲げひび割れ	—	・ 複数本の鋼材に破断が発生 ・ 支間中央に曲げひび割れが発生		E1		危機管理	モニタリング、ベント設置、交通規制、架替え			
						緊急措置（損傷が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討			通行止め、ベント設置、架替え				

注1 塩害特定点検より、コンクリート中の鋼材腐食が始まる全塩化物イオン量が1.2～2.5kg/m³であると考えられている。ここでは、安全側の数値として1.2kg/m³を用いたが、エポキシ樹脂塗装等を実施した場合は閾値として妥当性がない点を踏まえ、当面観察を実施すること。

注2 プレテンは鋼材本数が多く、電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

注3 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用（プレテンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か(塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？..など)
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- ベント設置にあたっては、構造系が大きく変わらないよう配慮が必要。
例) 支間中央にベントで突き上げると、支間中央に負曲げが発生してしまうため逆効果

1.1 塩害_飛来塩_普通鉄筋を使用【プレテンT桁】

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

- 地形条件(海岸からの距離・海面からの高さ)
- 下部工の塩分浸透状況(塩害特定点検：下部工コア採取10年に1回)
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鋼材位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

青字：近接目視で確認可能

赤字：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
(塩害特定点検で詳細調査実施済みの場合には必ずしも必要ではない)

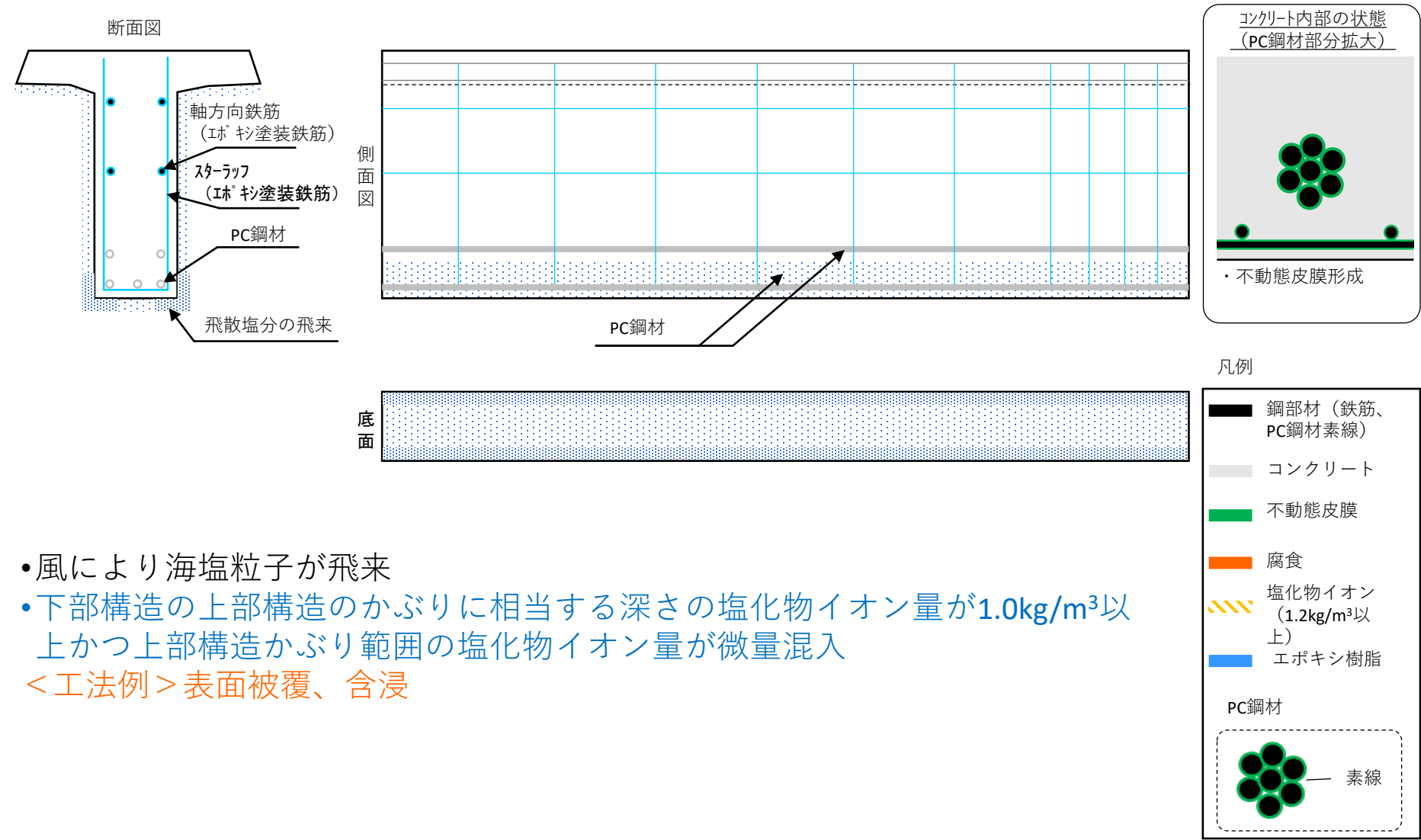
< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 海からの距離
- 架設年代
- 塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

1. 塩化物イオンの供給

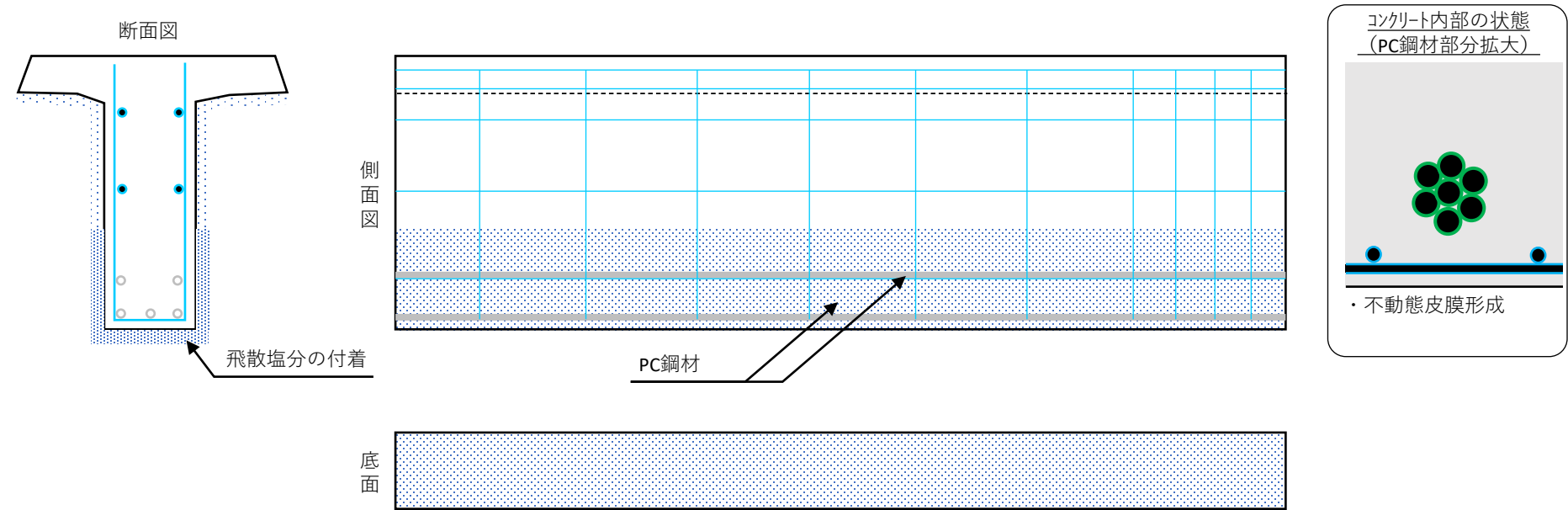


- ・風により海塩粒子が飛来
 - ・下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入
- <工法例> 表面被覆、含浸

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

- 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

2.コンクリート表面への塩分の付着 外観変状無し

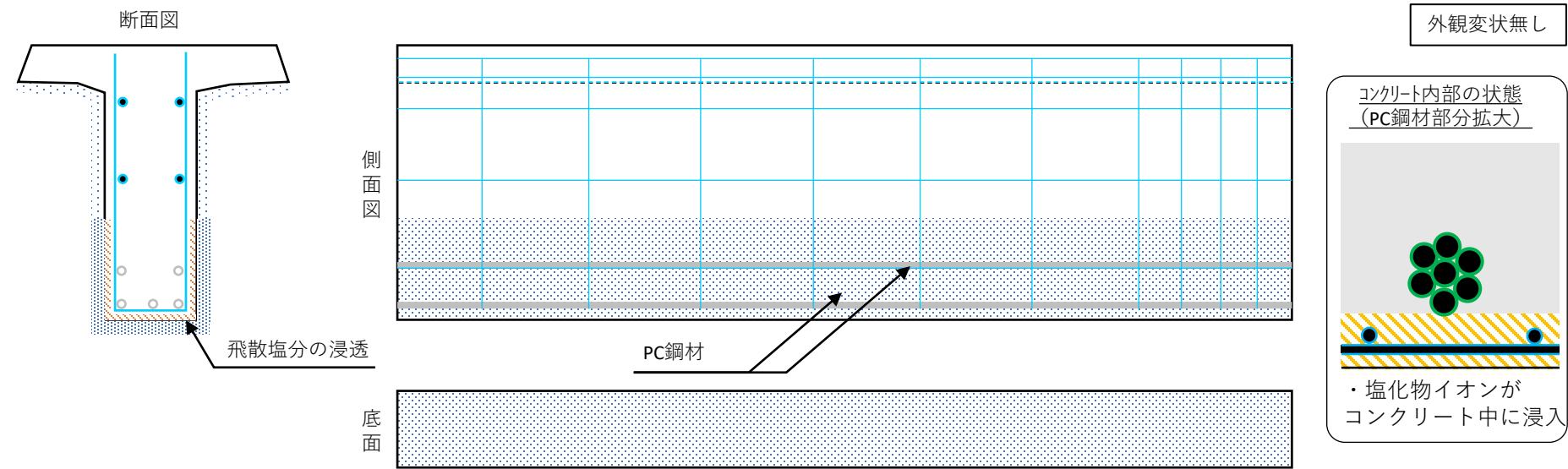


- コンクリート表面に飛来塩分が付着
 - 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入
- <工法例> 表面被覆、含浸

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

3. コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満）



- ・塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- ・中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- ・水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。
- ・高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- ・浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

【3-1 将来劣化なし】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超えない
- <工法例> 表面被覆、含浸

【3-2 将来劣化あり】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超える
- <工法例> 表面被覆、含浸、電気防食

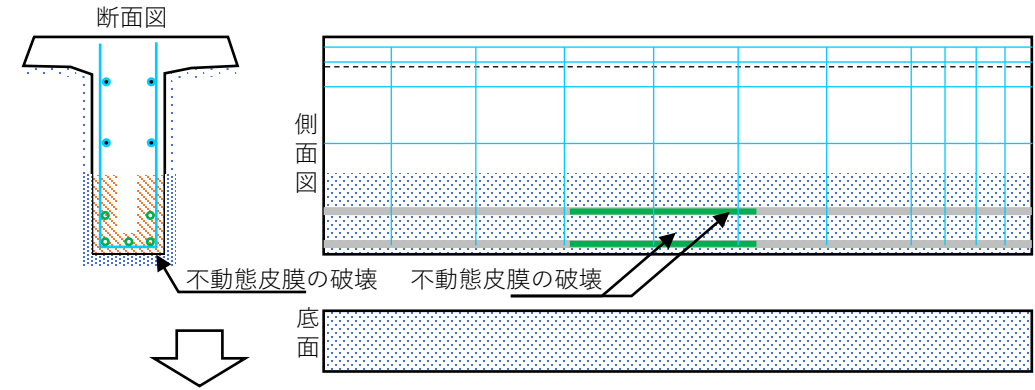
1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

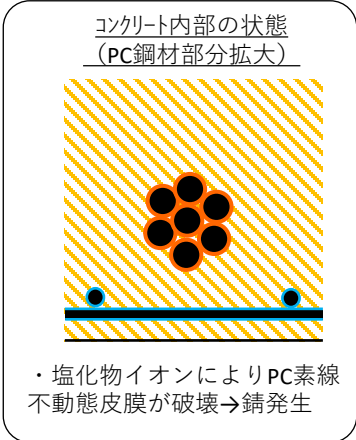
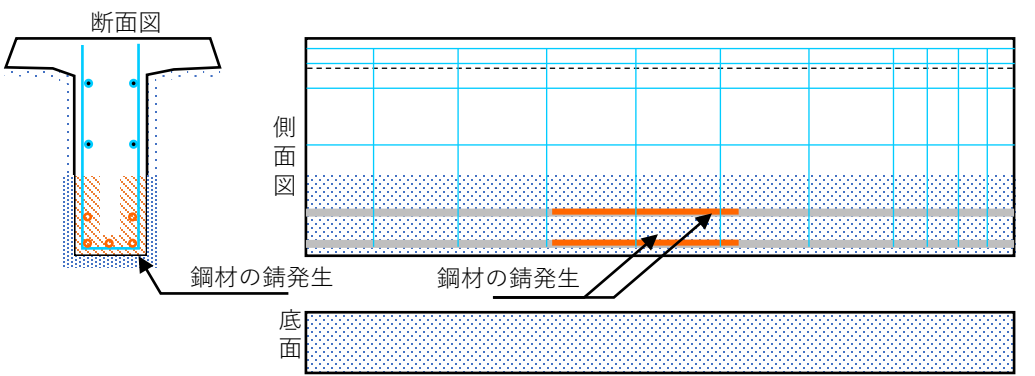
4. 鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³以上

外観変状無し

4-1. 鋼材の錆未発生



4-2. 鋼材の錆発生



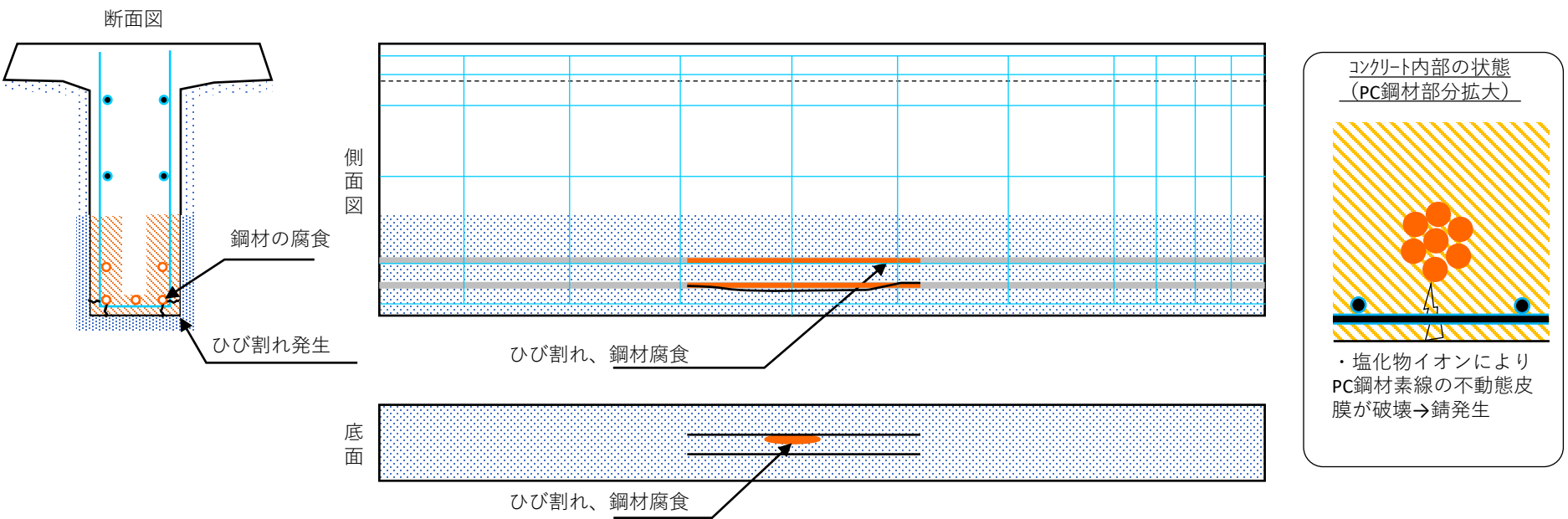
- ・強いアルカリ環境下では鋼材は腐食しにくいですが、鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過すると、不動態皮膜が破壊され表面的な錆が発生する。
- ・外観の変状で判断することは困難。
- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³以上

<工法例> 電気防食

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5. 鋼材腐食とコンクリートひび割れの発生 外観変状有り



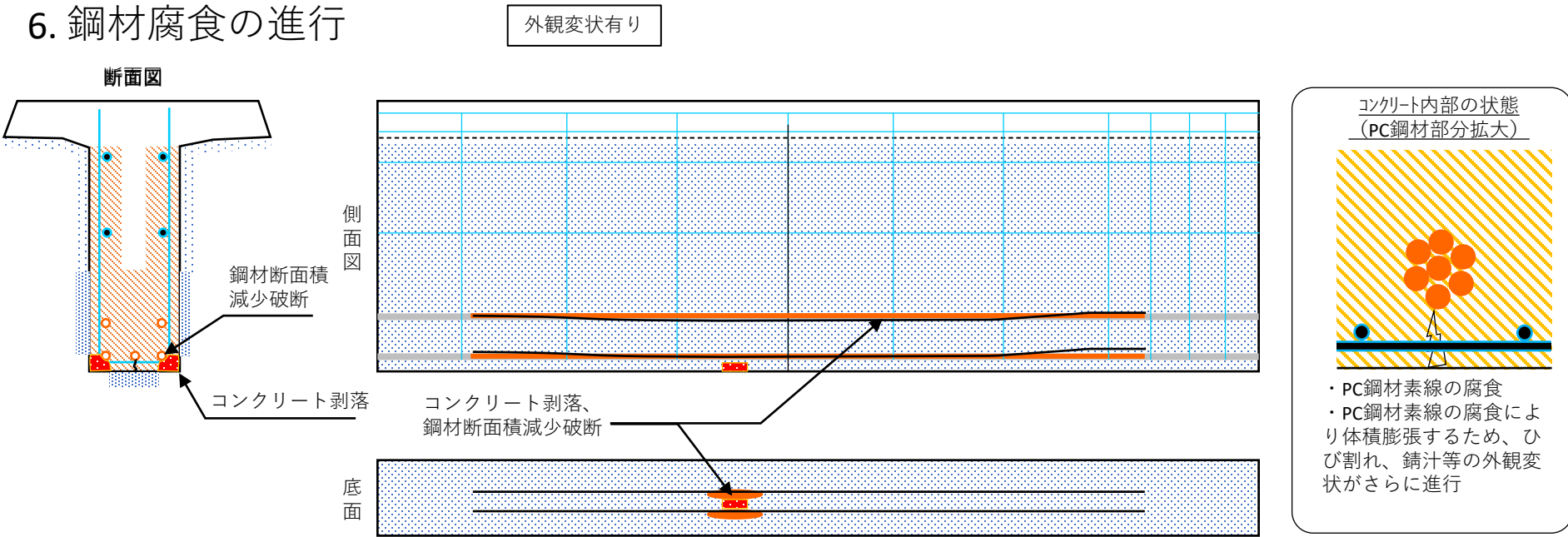
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- ひび割れの入り方は部材形状や配筋状態によって異なるが、鋼材に沿った直線的なひび割れとなることが多い。

<工法例> 電気防食

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

6. 鋼材腐食の進行



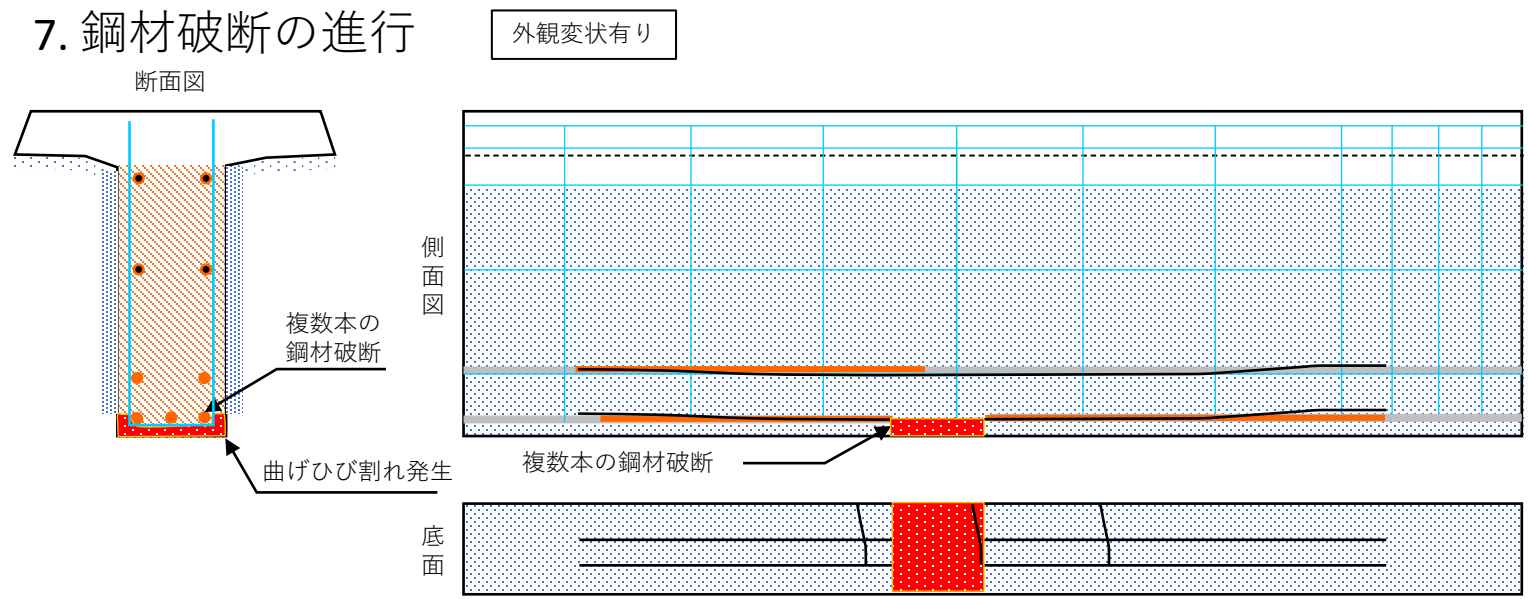
- ・鋼材腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ・ひび割れや鋼材腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鋼材露出、破断が発生する。
- ・かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- ・コンクリートの剥落が進み、露出した鋼材は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- ・桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 電気防食

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

7. 鋼材破断の進行



- 複数本の鋼材の破断が発生。
 - 部材の耐荷力低下が懸念される。
 - 支間中央に曲げひび割れが発生したり、たわみが増加する。
- <工法例> モニタリング、ベント設置、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（プレテンT桁）】

・点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

▶ 対象橋梁は、H29道示の塩害の影響を受ける地域に位置するコンクリート橋とする。なお、下部構造もしくは上部構造で塩害特定点検を実施することを前提とし、塩害特定点検結果から下表青字で示す診断の決め手となる情報を元に、措置の方針を決定する。

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必要な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定（案）		措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.塩化物イオンの供給	—	・塩化物イオン含有量調査（ドリルコア）※塩害特定点検で実施	・下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が1.0kg/m ³ 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入		C1		長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸
	2.コンクリート表面への塩分の付着					C1			
	コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m ³ 未満）	3-1.将来劣化なし				C1		長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸
		3-2.将来劣化あり				C1		延命（遮塩、鋼材の防食）	表面被覆or含浸、電気防食 ^{注2}
	鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m ³ 以上	4-1.鋼材の錆未発生				C1		延命（鋼材の防食）	電気防食 ^{注2}
		4-2.鋼材の錆発生				C2			
外観変状 有り	5.鋼材腐食とコンクリートひび割れの発生	・鋼材に沿ったコンクリートのひび割れ（錆汁を伴う場合もある）	・はつり調査、コア・ドリル削孔調査（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鋼材に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある） ・鋼材の腐食が発生		S2	C2	延命 ^{注3} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注2}
	6.鋼材腐食の進行	・鋼材の断面積減少、破断 ・コンクリートの浮き、剥落 ・腐食鋼材の露出	・はつり調査、コア・ドリル削孔調査（鋼材が露出していない場合）	・かぶりコンクリートの浮き、剥落が発生 ・腐食鋼材の露出が発生 ・鋼材の断面積減少、破断が発生		S2	C2	延命 ^{注3} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注2}
	7.鋼材破断の進行	・複数本の鋼材破断 ・曲げひび割れ	—	・複数本の鋼材に破断が発生 ・支間中央に曲げひび割れが発生		E1		危機管理 緊急措置（損傷が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討	モニタリング、ベント設置、交通規制、架替え 通行止め、ベント設置、架替え

注1 塩害特定点検より、コンクリート中の鋼材腐食が始まる全塩化物イオン量が1.2～2.5kg/m³であると考えられている。ここでは、安全側の数値として1.2kg/m³を用いたが、エポキシ樹脂塗装等を実施した場合は閾値として妥当性がない点を踏まえ、当面観察を実施すること。

注2 プレテンは鋼材本数が多く、電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

注3 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（プレテンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か(塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・など)
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

<診断上の留意点>

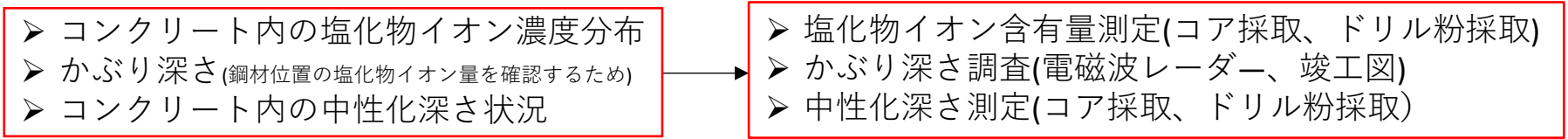
- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- ベント設置にあたっては、構造系が大きく変わらないよう配慮が必要。
例) 支間中央にベントで突き上げると、支間中央に負曲げが発生してしまうため逆効果

1.2 塩害_飛来塩_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【プレテンT桁】

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

- 地形条件(海岸からの距離・海面からの高さ)
- 下部工の塩分浸透状況(塩害特定点検：下部工コア採取10年に1回)
- **コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無**
- **コンクリート表面の浮き・剥落の有無**

詳細調査



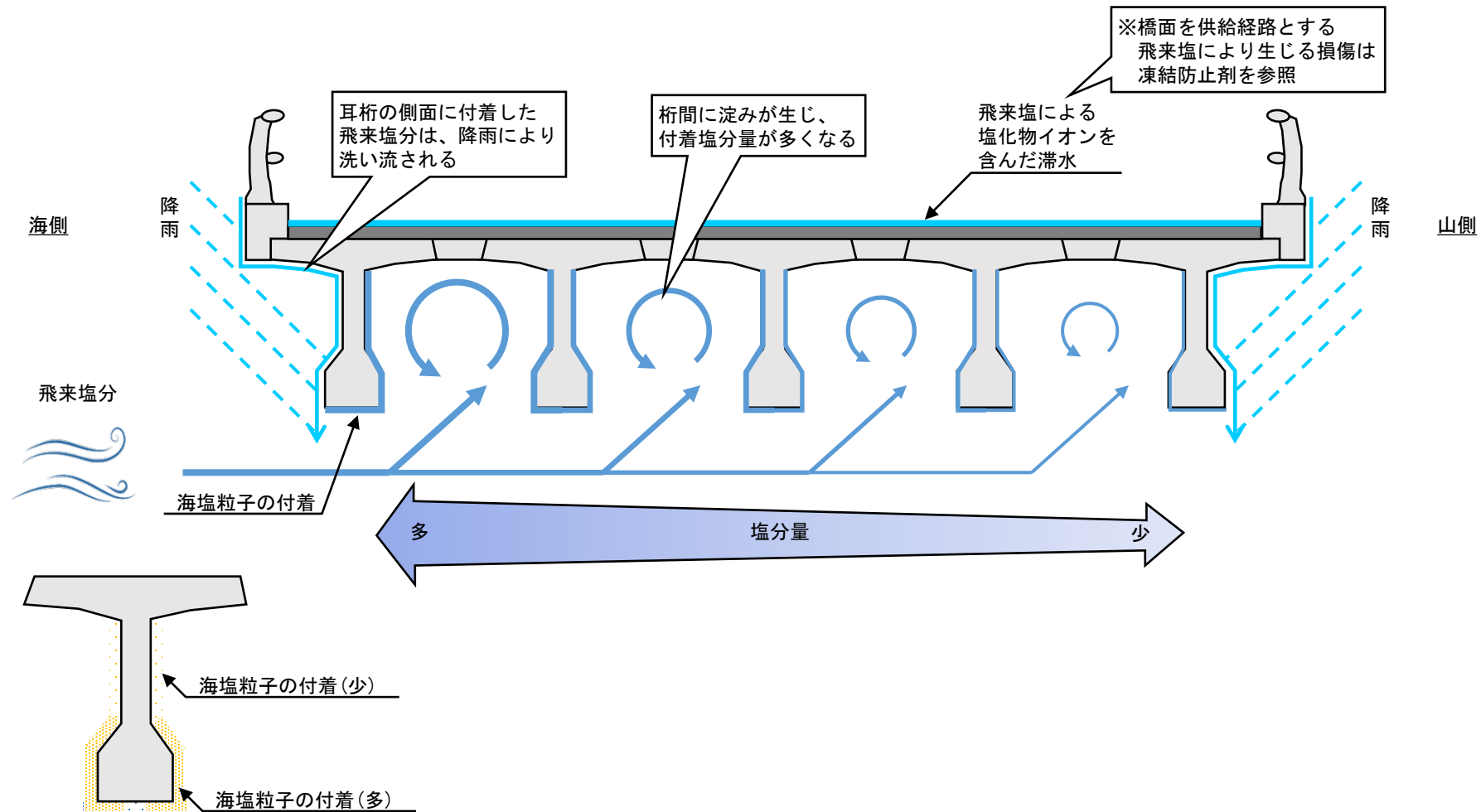
青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
(塩害特定点検で詳細調査実施済みの場合には必ずしも必要ではない)

< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 海からの距離
- 架設年代
- 塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

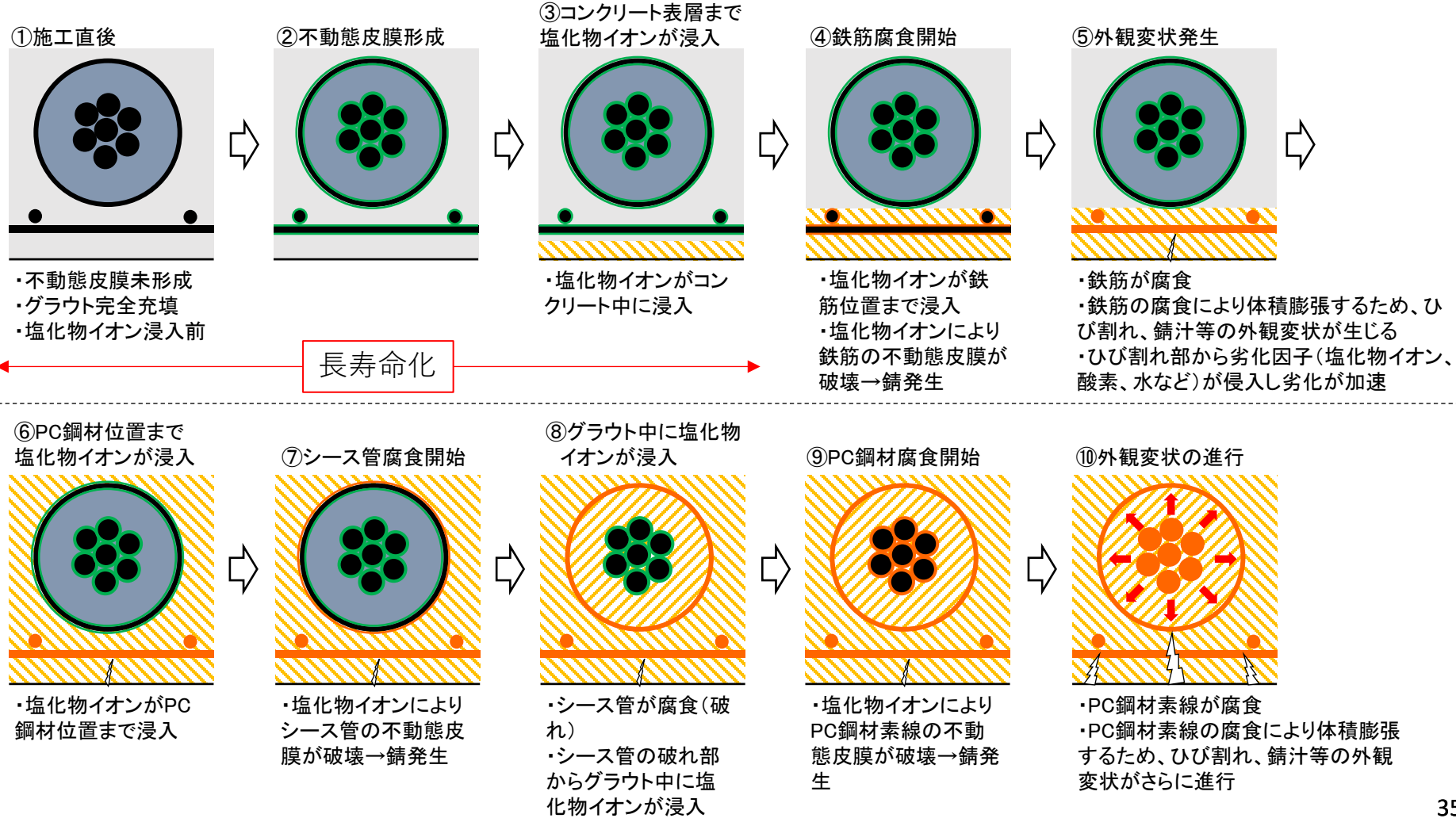
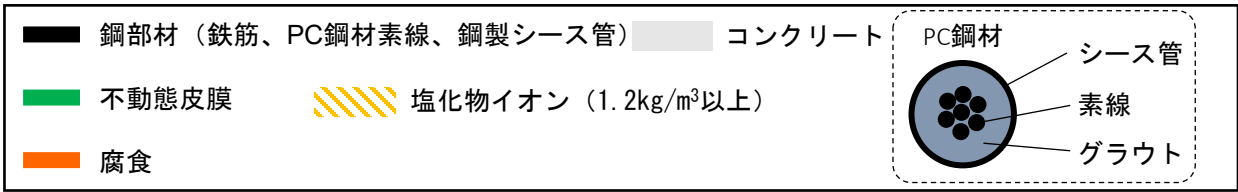
< 飛来塩の供給経路 >



- T桁への飛来塩分の供給について、耳桁の雨掛かりとなる側面に対しては、飛来塩分が付着しても降雨により洗い流されるが、一方で桁間は、淀みが生じ付着塩分量が多くなると考えられている。
- T桁のフランジ部は、ウェブ部に比べ海塩粒子が多く付着し、劣化が生じることが多い。

CASE1 グラウト充填・普通鉄筋・普通PC鋼材・鋼製シース

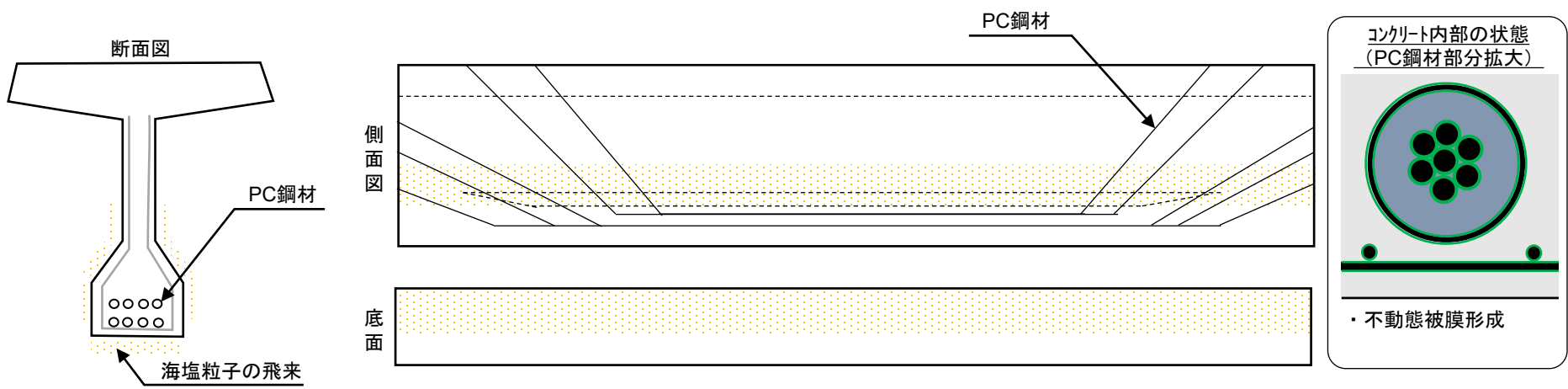
- PC鋼材腐食時には鉄筋も腐食している→⑨
- PC鋼材腐食時に外観変状に現れる→⑩



1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

1. 塩化物イオンの供給 外観変状無し

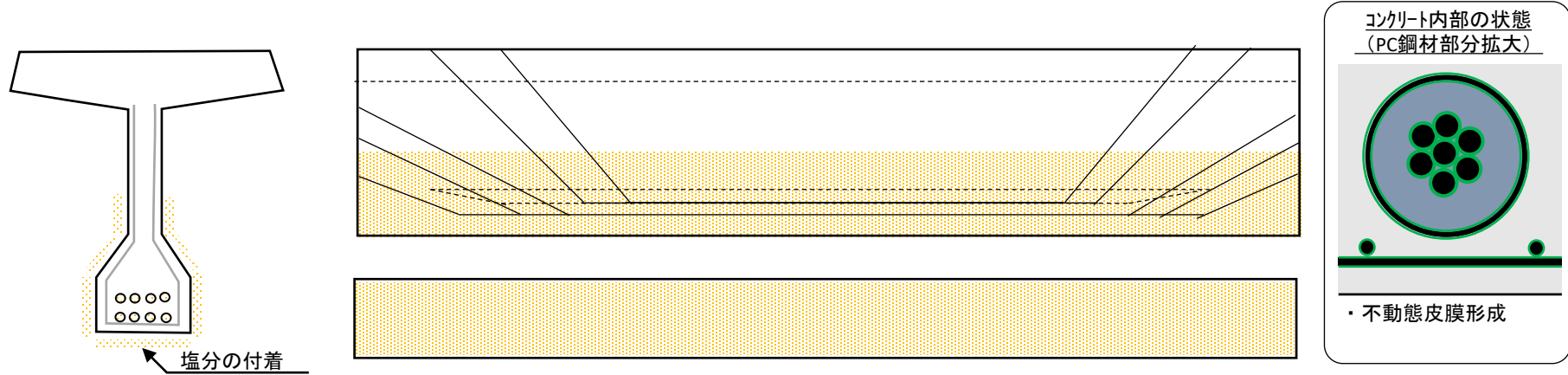


- 風により海塩粒子が飛来
 - 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が1.0kg/m³以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入
- <工法例> 表面被覆、含浸

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

- 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

2. コンクリート表面への塩分の付着 外観変状無し

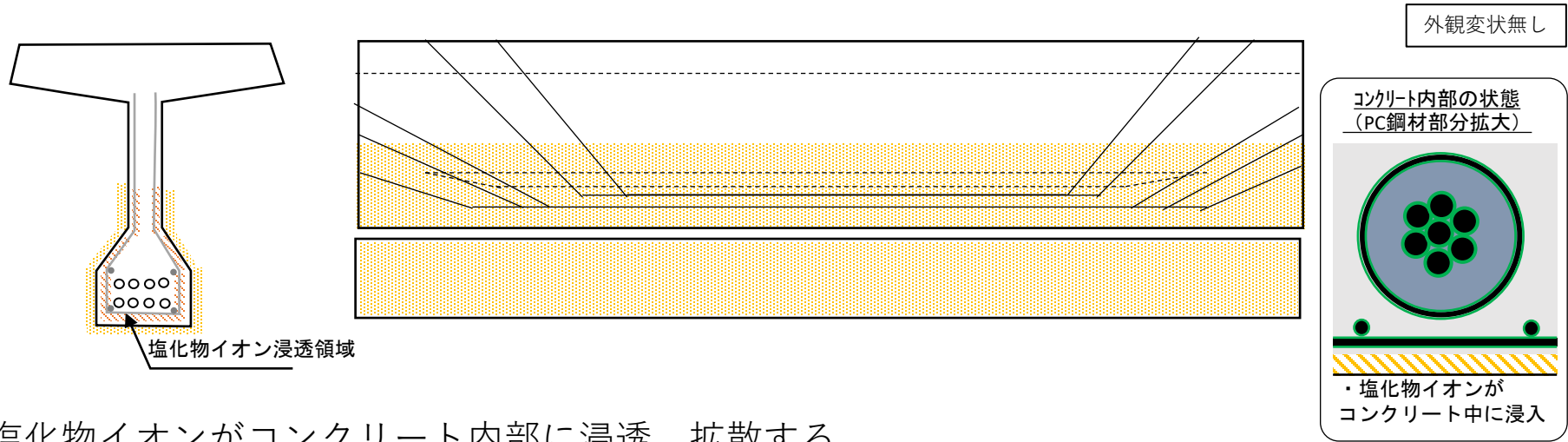


- コンクリート表面に飛来塩分が付着
 - 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入
- <工法例> 表面被覆、含浸

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

3. コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満）



- ・塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- ・中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- ・水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。一方、水セメント比が大きいコンクリートは浸入速度が速い。
- ・高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- ・浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

【3-1 将来劣化なし】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以内に 1.2kg/m^3 を超えない
- <工法例> 表面被覆、含浸

【3-2 将来劣化あり】

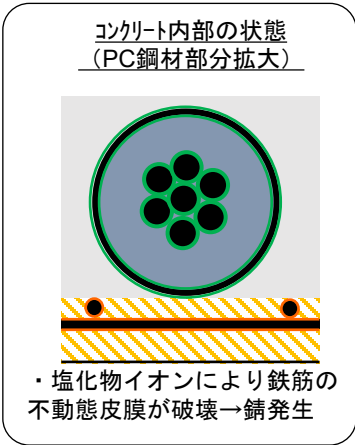
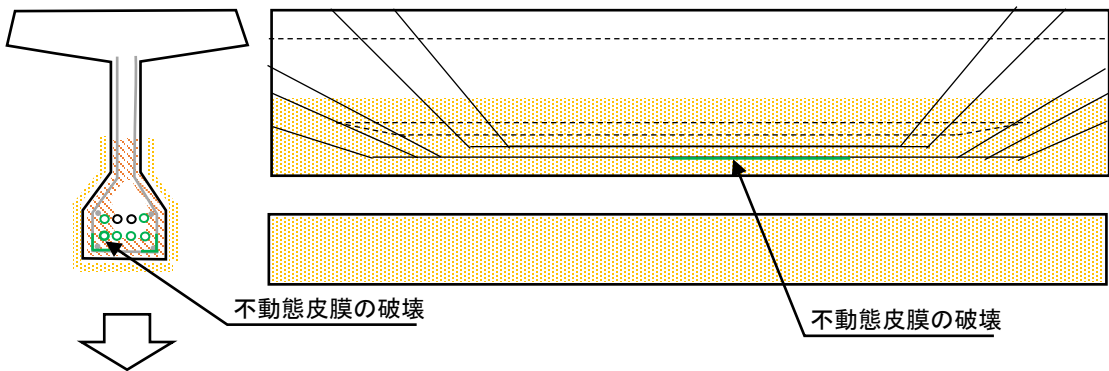
- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以内に 1.2kg/m^3 を超える
- <工法例> 表面被覆、含浸、電気防食

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

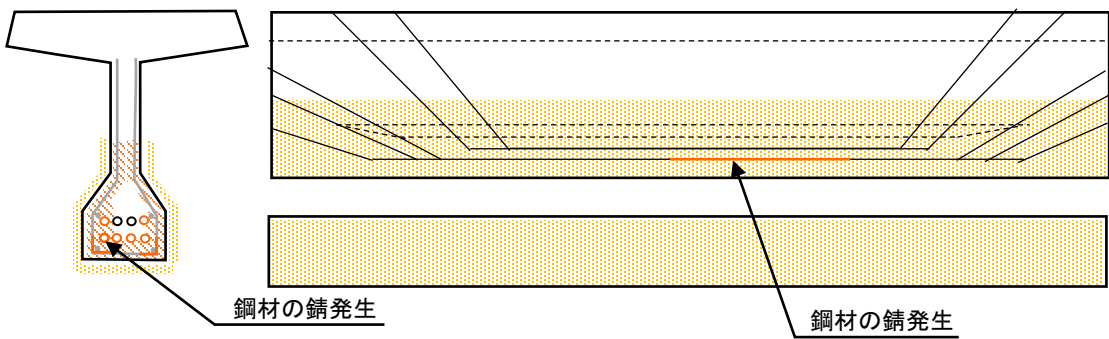
• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

4. 鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 以上 外観変状無し

4-1. 鋼材の錆未発生



4-2. 鋼材の錆発生

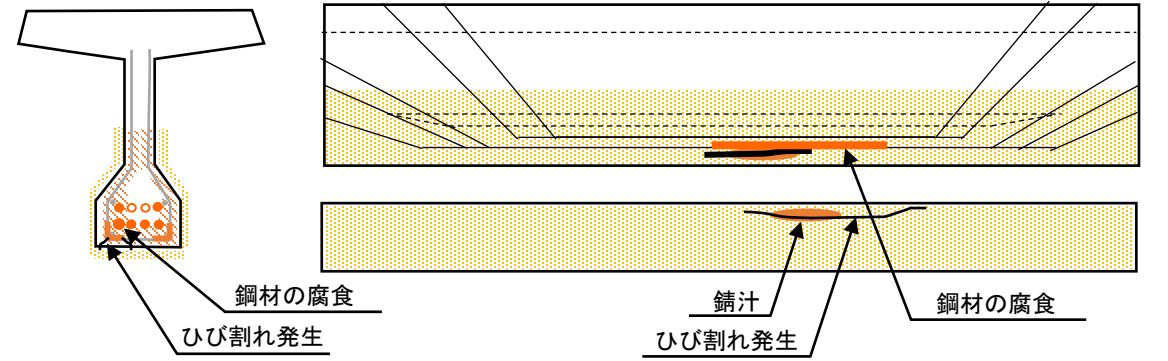


- 強いアルカリ環境下では鋼材は腐食しにくいですが、鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過すると、不動態皮膜が破壊され表面的な錆が発生する。
 - 外観の変状で判断することは困難。
 - 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界 1.2kg/m^3 以上
- <工法例> 電気防食

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5. 鋼材腐食とコンクリートひび割れの発生 外観変状有り



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）

- ・鉄筋が腐食
- ・鉄筋の腐食により体積膨張するため、ひび割れ、錆汁等の外観変状が生じる
- ・ひび割れ部から劣化因子（塩化物イオン、酸素、水など）が侵入し劣化が加速

●コンクリート表面から塩化物イオンが浸透するため、PC鋼材腐食時には鉄筋も腐食している

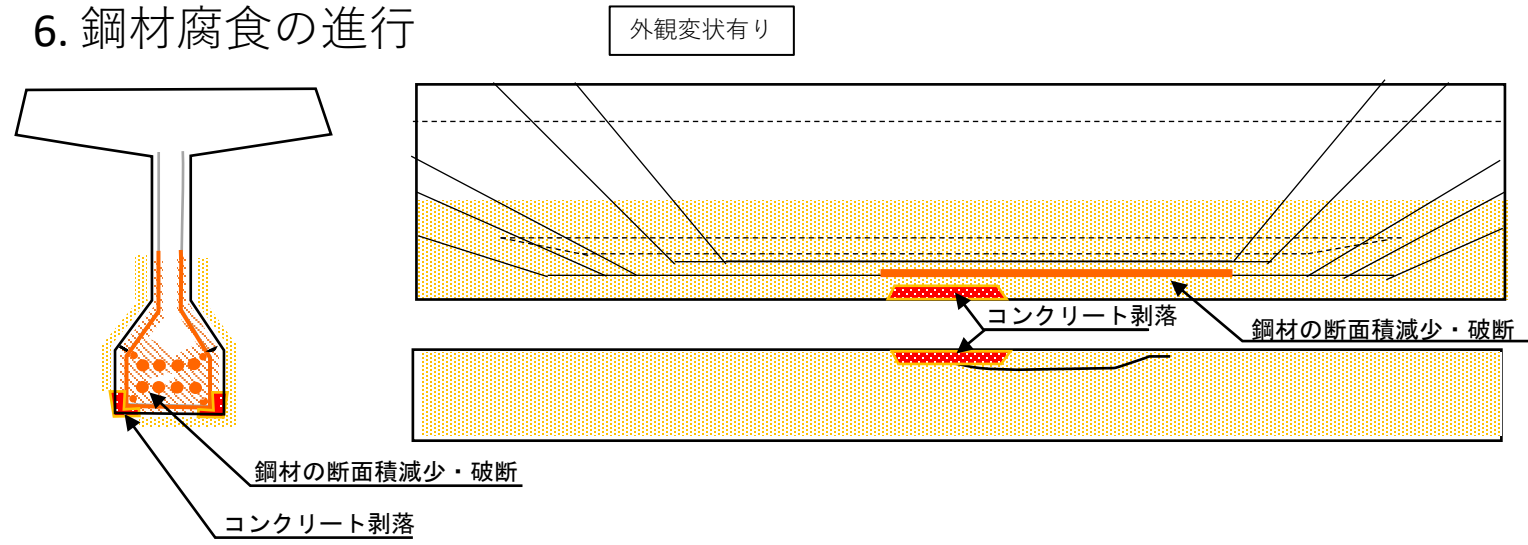
- ・鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- ・ひび割れの入り方は部材形状や配筋状態によって異なるが、鋼材に沿った直線的なひび割れとなることが多い。

<工法例> 電気防食

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

・ 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

6. 鋼材腐食の進行



コンクリート内部の状態
(PC鋼材部分拡大)

・ PC鋼材素線の腐食
・ PC鋼材素線の腐食により体積膨張するため、ひび割れ、錆汁等の外観変状がさらに進行

●グラウトが充填されていることで、PC鋼材腐食時に外観変状に現れる

- ・鋼材腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ・ひび割れや鋼材腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鋼材露出が発生する。
- ・かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- ・コンクリートの剥落が進み、露出した鋼材は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- ・桁下条件によっては第三者被害が発生する。

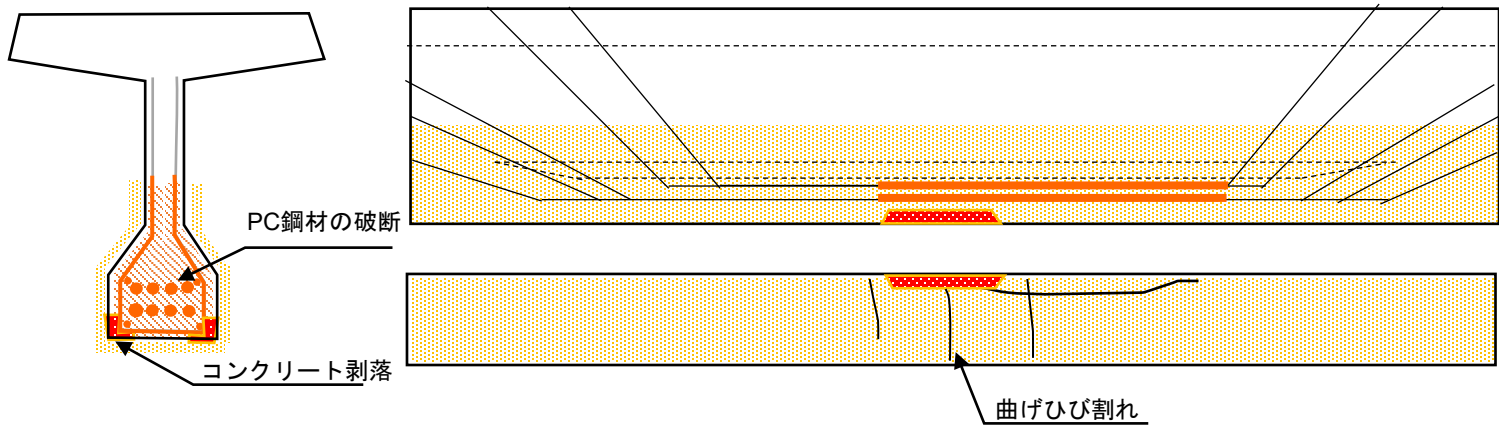
<工法例> 電気防食

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

7. 鋼材破断の進行

外観変状有り



- 複数本の鋼材の破断が発生。
 - 部材の耐荷力低下が懸念される。
 - 支間中央に曲げひび割れが発生したり、たわみが増加する。
- <工法例> モニタリング、ベント設置、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用（ポスメント桁）】

・点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

▶対象橋梁は、H29道示の塩害の影響を受ける地域に位置するコンクリート橋とする。なお、下部構造もしくは上部構造で塩害特定点検を実施することを前提とし、塩害特定点検結果から下表青字で示す診断の決め手となる情報を元に、措置の方針を決定する。

メカニズム			点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意 事項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定 (案)	措置 の 方針	工法例	
外 観 変 状 無 し	1.塩化物イオンの供給		—	・塩化物イオン含有 量調査 (ドリル、コ ア) ※塩害特定 点検で実施	・ 下部構造の上部構造のかぶりに 相当する深さの塩化物イ オン量が1.0kg/m³以上かつ上部構 造かぶり範囲の塩化物イオン 量が微量混入		C1	長寿命化 (遮塩)	表面被覆or含浸	
	2.コンクリート表面への塩分の付 着									
	コンクリート内 部への浸 透・拡散 (鋼材位 置の塩化 物イオン 量が 1.2kg/m³未 満)	3-1.将来劣 化なし	・ 塩害防止対策の有 無 (表面被覆、防 食鉄筋など)				・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩 化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ 将来予測で10年以内に 1.2kg/m³を超えない	C1	長寿命化 (遮塩)	表面被覆or含浸
		3-2.将来劣 化あり					・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩 化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ 将来予測で10年以内に 1.2kg/m³を超える	C1	延命 (遮塩、鋼材の防 食)	表面被覆or含浸、電 気防食
	鋼材位置 の塩化物イ オン量が 1.2kg/m³以 上	4-1.鋼材の 錆未発生	—				・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩 化物イオン量が鋼材腐食発生限 界1.2kg/m³以上	C1	延命 (鋼材の防食)	電気防食
4-2.鋼材の 錆発生		C2								
外 観 変 状 有 り	5.鋼材腐食 とコンクリートひ び割れの発 生		・ 鋼材に沿ったコン クリートのひび割れ (錆汁を伴う場合 もある)	・ はつり調査、コ ア・ドリル削孔調 査 (ひび割れに 錆汁が生じてい ない場合)	・ 鋼材に沿ったひび割れが発生 (錆汁を伴う場合もある) ・ 鋼材の腐食が発生		C2	延命 (鋼材の防食)	電気防食	
	6.鋼材腐食の進行		・ 鋼材の断面積減少 ・ コンクリートの浮き、剥 落 ・ 腐食鋼材の露出	・ はつり調査、コ ア・ドリル削孔調 査 (鋼材が露出 していない場 合)	・ かぶりコンクリートの浮き、剥落が 発生 ・ 腐食鋼材の露出が発生 ・ 鋼材の断面積減少、破断が発 生		C2	延命注3 (補強)	電気防食	
	7.鋼材破断の進行		・ 複数本の鋼材破断 ・ 曲げひび割れ	—	・ 複数本の鋼材に破断が発生 ・ 支間中央に曲げひび割れが発 生		E1	危機管理	モニタリング、ベント設置、 交通規制、架替え	
						緊急措置 (損傷が複 数本の桁に発生等)		通行止め、 ベント設置、 架替え		

注1 塩害特定点検より、コンクリート中の鋼材腐食が始まる全塩化物イオン量が1.2～2.5kg/m³であると考えられている。ここでは、安全側の数値として1.2kg/m³を用いた。
注2 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。
注3 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用（ポステンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か（塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？…など）
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速く、高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- ベント設置にあたっては、構造系が大きく変わらないよう配慮が必要。
例) 支間中央にベントで突き上げると、支間中央に負曲げが発生してしまうため逆効果

1.3 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

- 地形条件(海岸からの距離・海面からの高さ)
- 下部工の塩分浸透状況(塩害特定点検：下部工コア採取10年に1回)
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鋼材位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

青字：近接目視で確認可能

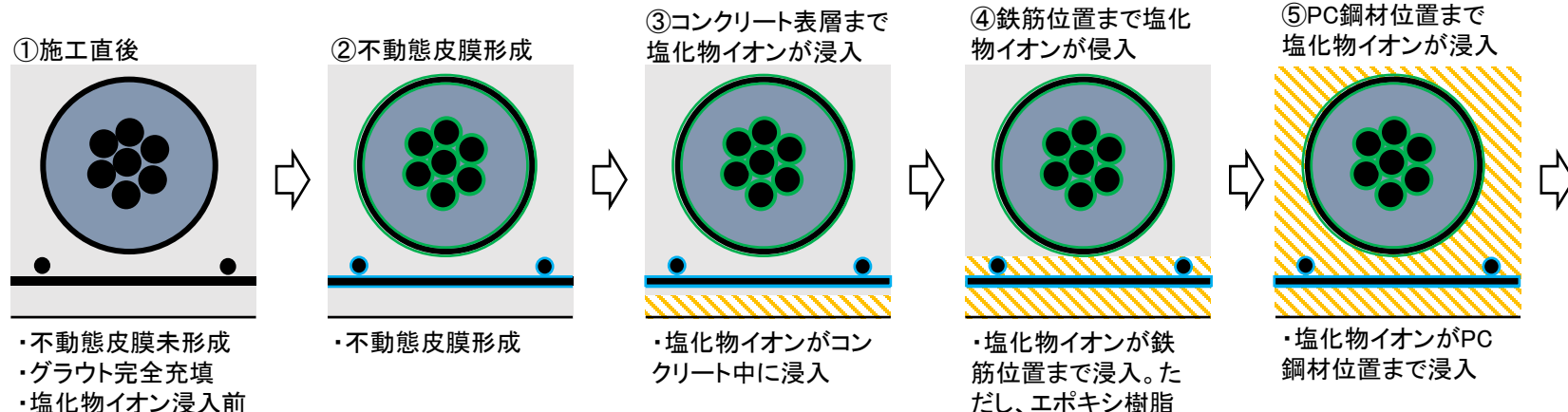
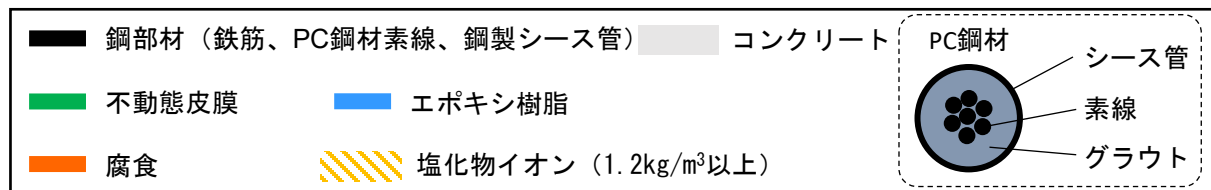
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
(塩害特定点検で詳細調査実施済みの場合には必ずしも必要ではない)

< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

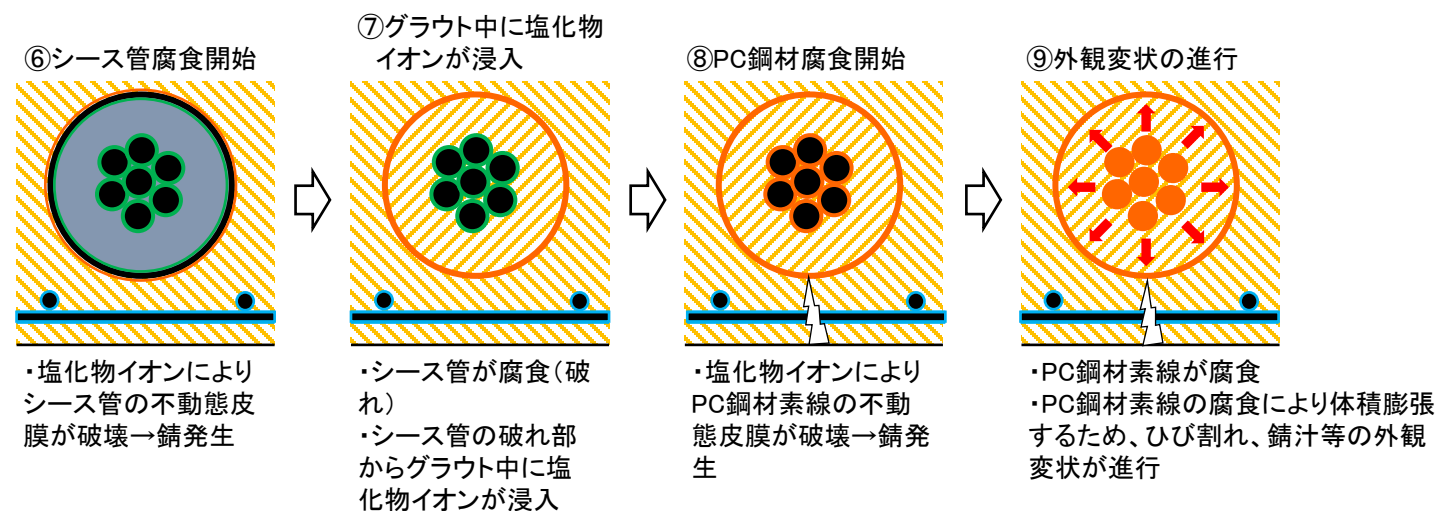
- 海からの距離
- 架設年代
 - 塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- シースの材質
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

CASE2 グラウト充填・エポキシ樹脂塗装鉄筋・普通PC鋼材・鋼製シース

- PC鋼材腐食時には鉄筋は腐食しない→⑧
- PC鋼材腐食時に外観変状に現れる→⑨



長寿命化

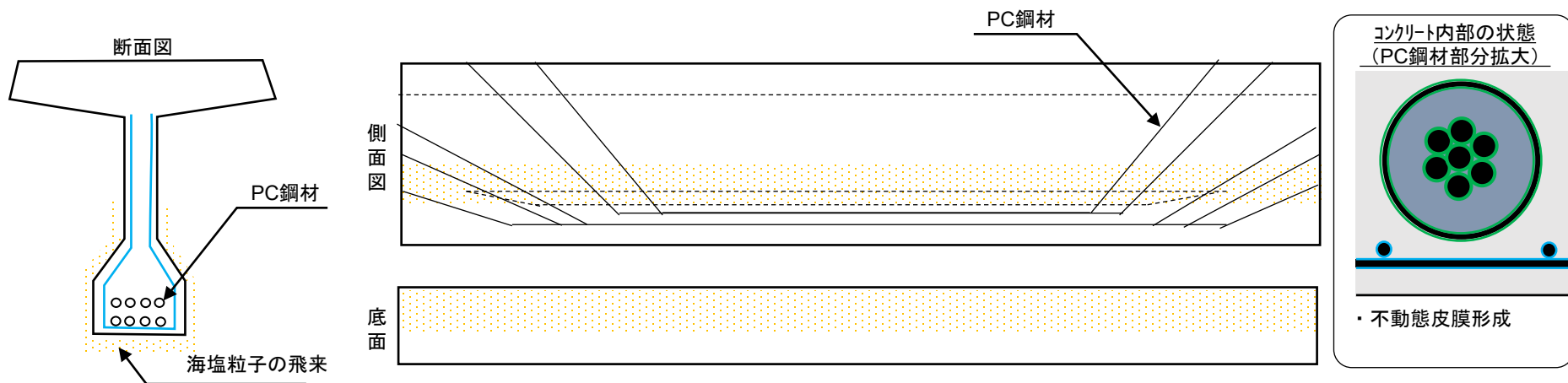


1.4 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

1. 塩化物イオンの供給

外観変状無し



- 風により海塩粒子が飛来
- 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入

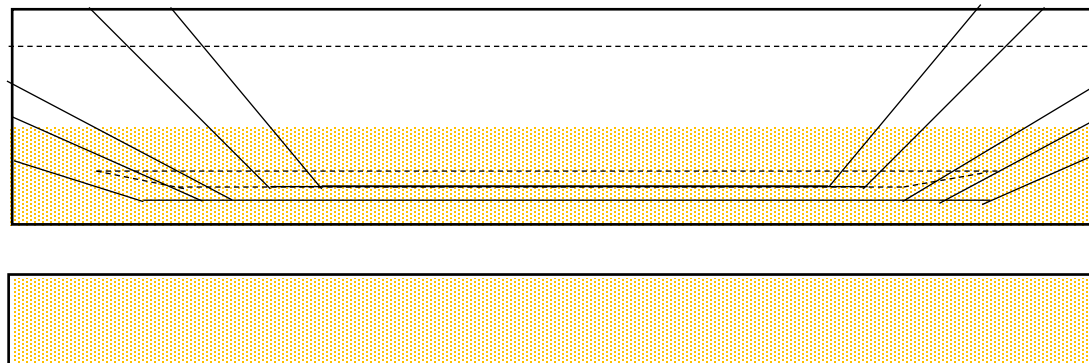
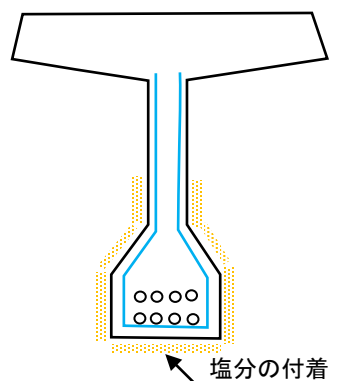
<工法例> 表面被覆、含浸

1.4 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

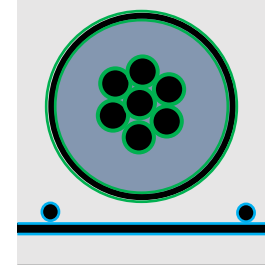
- 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

2. コンクリート表面への塩分の付着

外観変状無し



コンクリート内部の状態
(PC鋼材部分拡大)



・不動態皮膜形成

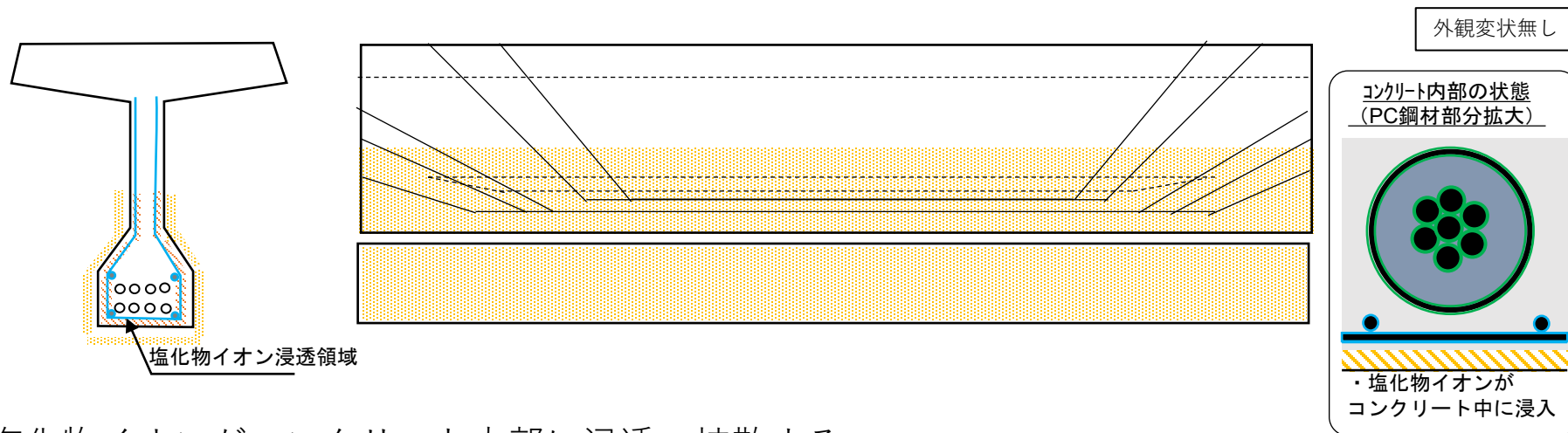
- コンクリート表面に飛来塩分が付着
- 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入

<工法例> 表面被覆、含浸

1.4 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

3. コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満）



- ・塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- ・中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- ・水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。一方、水セメント比が大きいコンクリートは浸入速度が速い。
- ・高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- ・浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

【3-1 将来劣化なし】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以内に 1.2kg/m^3 を超えない
- <工法例> 表面被覆、含浸

【3-2 将来劣化あり】

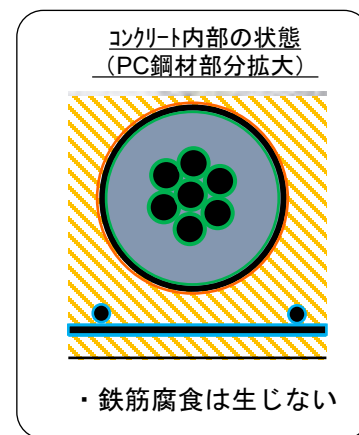
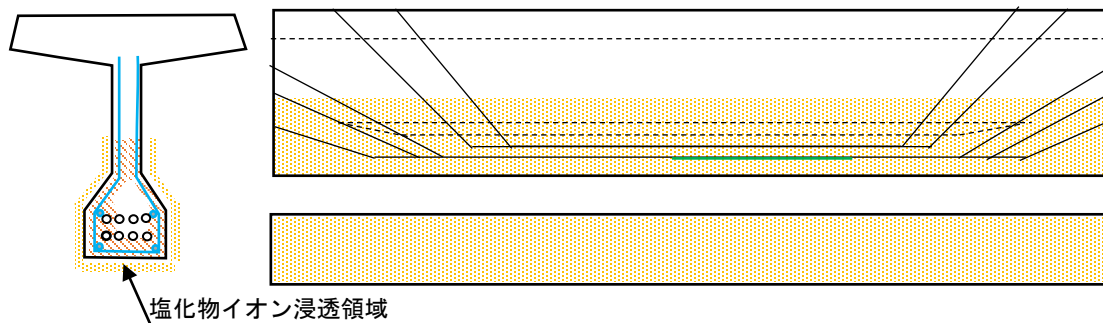
- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以内に 1.2kg/m^3 を超える
- <工法例> 表面被覆、含浸、電気防食

• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

4. 鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 以上

外観変状無し

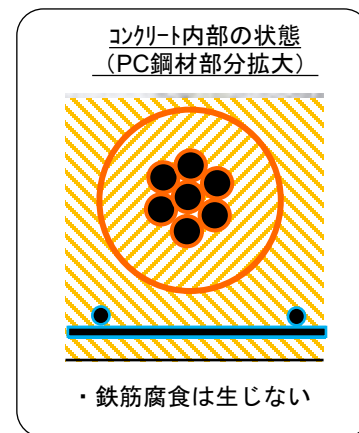
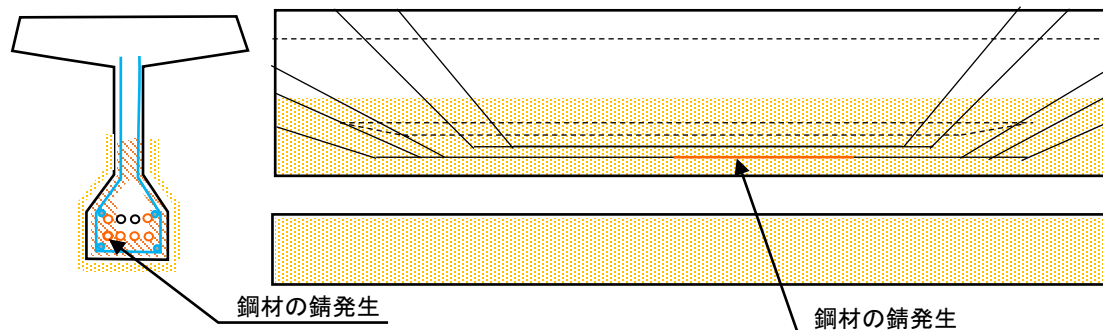
4-1. 鋼材の錆未発生



- エポキシ樹脂塗装鉄筋は腐食しないが、鋼製シースおよびPC鋼材まで塩化物イオンが浸透。

- 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界 1.2kg/m^3 以上
<工法例> 電気防食

4-2. 鋼材の錆発生



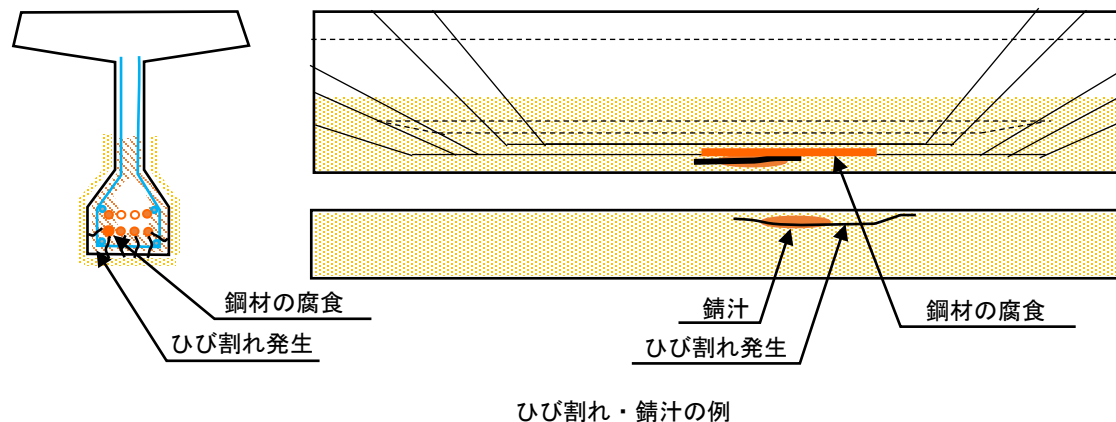
- PC鋼材及び鋼製シースに錆が発生

- 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界 1.2kg/m^3 以上
<工法例> 電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

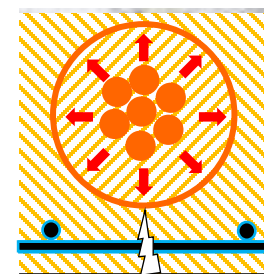
5. 鋼材腐食とコンクリートひび割れの発生

外観変状有り



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）

⑨外観変状の進行



・ PC鋼材素線が腐食
・ PC鋼材素線の腐食により体積膨張するため、ひび割れ、錆汁等の外観変状が進行

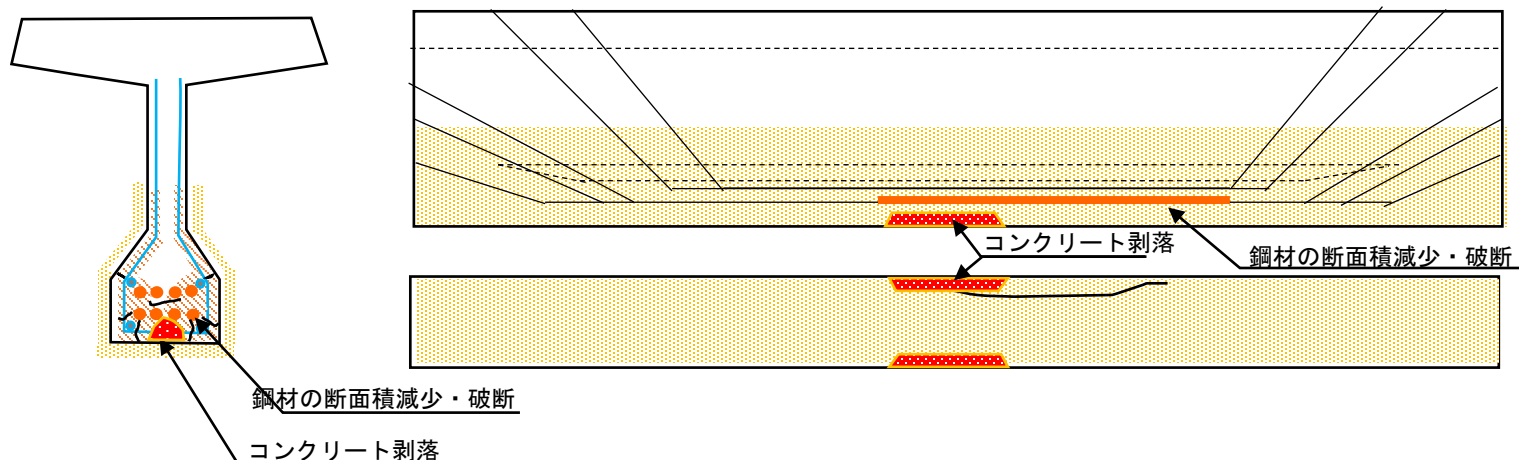
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- ひび割れの入り方は部材形状や配筋状態によって異なるが、鋼材に沿った直線的なひび割れとなることが多い。

<工法例> 電気防食

・進展のメカニズム

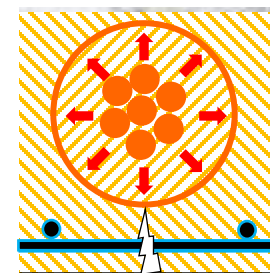
緑字：点検時の着目点

6. 鋼材腐食の進行



コンクリート内部の状態
(PC鋼材部分拡大)

⑨外観変状の進行



- ・ PC鋼材素線の腐食
- ・ PC鋼材素線の腐食により体積膨張するため、ひび割れ、錆汁等の外観変状がさらに進行

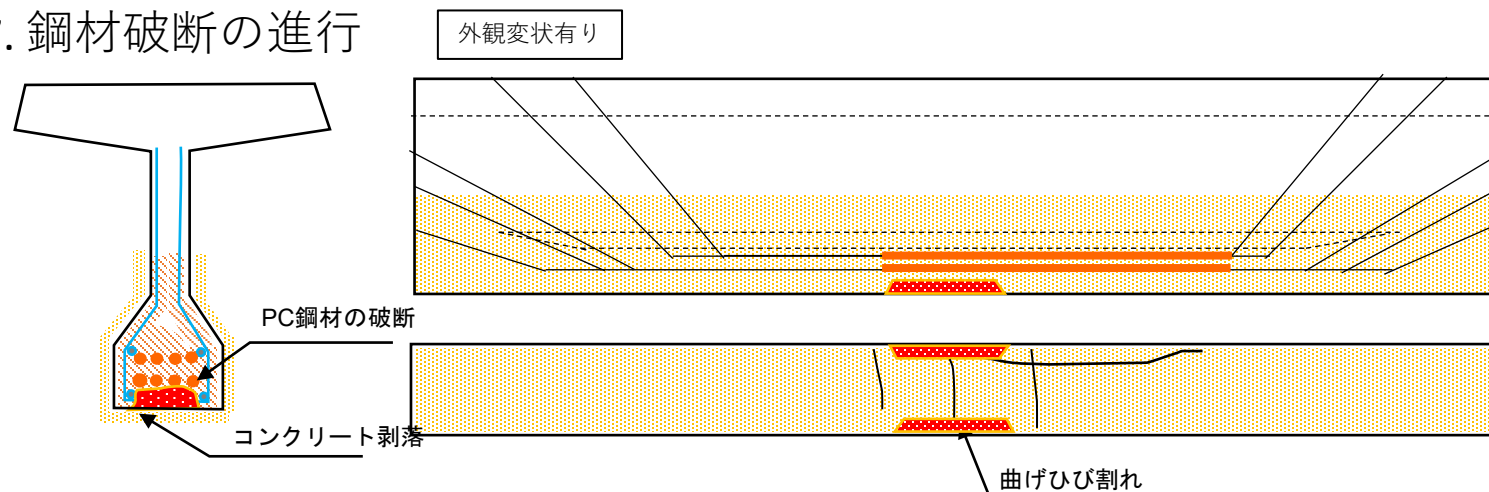
●グラウトが充填されていることで、PC鋼材腐食時に外観変状に現れる

- ・鋼材腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ・ひび割れや鋼材腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鋼材露出が発生する。
- ・かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- ・コンクリートの剥落が進み、露出した鋼材は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- ・桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

7. 鋼材破断の進行



- 複数本の鋼材の破断が発生。
 - 部材の耐荷力低下が懸念される。
 - 支間中央に曲げひび割れが発生したり、たわみが増加する。
- <工法例> モニタリング、ベント設置、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（ポステンT桁）】

・点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

▶対象橋梁は、H29道示の塩害の影響を受ける地域に位置するコンクリート橋とする。なお、下部構造もしくは上部構造で塩害特定点検を実施することを前提とし、塩害特定点検結果から下表**青字**で示す診断の決め手となる情報を元に、措置の方針を決定する。

メカニズム			点検における着目点 （定期点検）	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 （措置方針の判断根拠）※留意 事項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定（案）	措置 の方針	工法例	
外 観 変 状 無 し	1.塩化物イオンの供給		—	・ 塩化物イオン含有量 調査（ドリルコア） ※塩害特定点検 で実施	・ 下部構造の上部構造のかぶりに 相当する深さの塩化物イオン量 が1.0kg/m³以上かつ上部構造か ぶり範囲の塩化物イオン量が 微量混入		C1	長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸	
	2.コンクリート表面への塩分の付着							長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸	
	コンクリート内部への浸透・拡散 （鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m³未満）	3-1.将来劣化なし	・ 塩害防止対策の有無（表面被覆、防食鉄筋など）				・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超えない	C1	延命（遮塩、鋼材の防食）	表面被覆or含浸、電気防食
		3-2.将来劣化あり					・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超える	C1	延命（鋼材の防食）	
	鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m³以上	4-1.鋼材の錆未発生	—				・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³以上	C1	延命（鋼材の防食）	電気防食
		4-2.鋼材の錆発生						C2		
	5.鋼材腐食とコンクリートひび割れの発生	・ 鋼材に沿ったコンクリートのひび割れ（錆汁を伴う場合もある）	・ はつり調査、コア・ドリル削孔調査（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・ 鋼材に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある） ・ 鋼材の腐食が発生	C2	延命（鋼材の防食）	電気防食			
外 観 変 状 有 り	6.鋼材腐食の進行		・ 鋼材の断面積減少 ・ コンクリートの浮き、剥落 ・ 腐食鋼材の露出	・ はつり調査、コア・ドリル削孔調査（鋼材が露出していない場合）	・ かぶりコンクリートの浮き、剥落が発生 ・ 腐食鋼材の露出が発生 ・ 鋼材の断面積減少、破断が発生		C2	延命 ^{注3} （補強）	電気防食	
	7.鋼材破断の進行		・ 複数本の鋼材破断 ・ 曲げひび割れ	—	・ 複数本の鋼材に破断が発生 ・ 支間中央に曲げひび割れが発生		E1	危機管理	モニタリング、ベント設置、交通規制、架替え	
								緊急措置（損傷が複数本の桁に発生等）	通行止め、ベント設置、架替え	

注1 塩害特定点検より、コンクリート中の鋼材腐食が始まる全塩化物イオン量が1.2～2.5kg/m³であると考えられている。ここでは、安全側の数値として1.2kg/m³を用いたが、エポキシ樹脂塗装等を実施した場合は閾値として妥当性がない点を踏まえ、当面観察を実施すること。

注2 電気防食を実施しない場合には、延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

注3 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含侵などの実施についても検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（ポステンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が$1.2\text{kg}/\text{m}^3$以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か（塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・・など）
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が$1.2\text{kg}/\text{m}^3$以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

1.4 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速く、高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- ベント設置にあたっては、構造系が大きく変わらないよう配慮が必要。
例) 支間中央にベントで突き上げると、支間中央に負曲げが発生してしまうため逆効果

1.4 塩害_飛来塩_グラウトが充填されている場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

- 地形条件(海岸からの距離・海面からの高さ)
- 下部工の塩分浸透状況(塩害特定点検：下部工コア採取10年に1回)
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鋼材位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

青字：近接目視で確認可能

赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
(塩害特定点検で詳細調査実施済みの場合には必ずしも必要ではない)

< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 海からの距離
- 架設年代
 - 塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- シースの材質
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

1.5 塩害_飛来年_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

CASE3 グラウトの充填が不十分・裸鉄筋・普通PC鋼材・鋼製シース

- PC鋼材腐食時には鉄筋は腐食していない→④
- PC鋼材腐食時に外観変状に現れにくい→⑤

■ 鋼部材（鉄筋、PC鋼材素線、鋼製シース管）

■ 不動態皮膜

■ 腐食

■ コンクリート

■ 空隙中の酸素・水

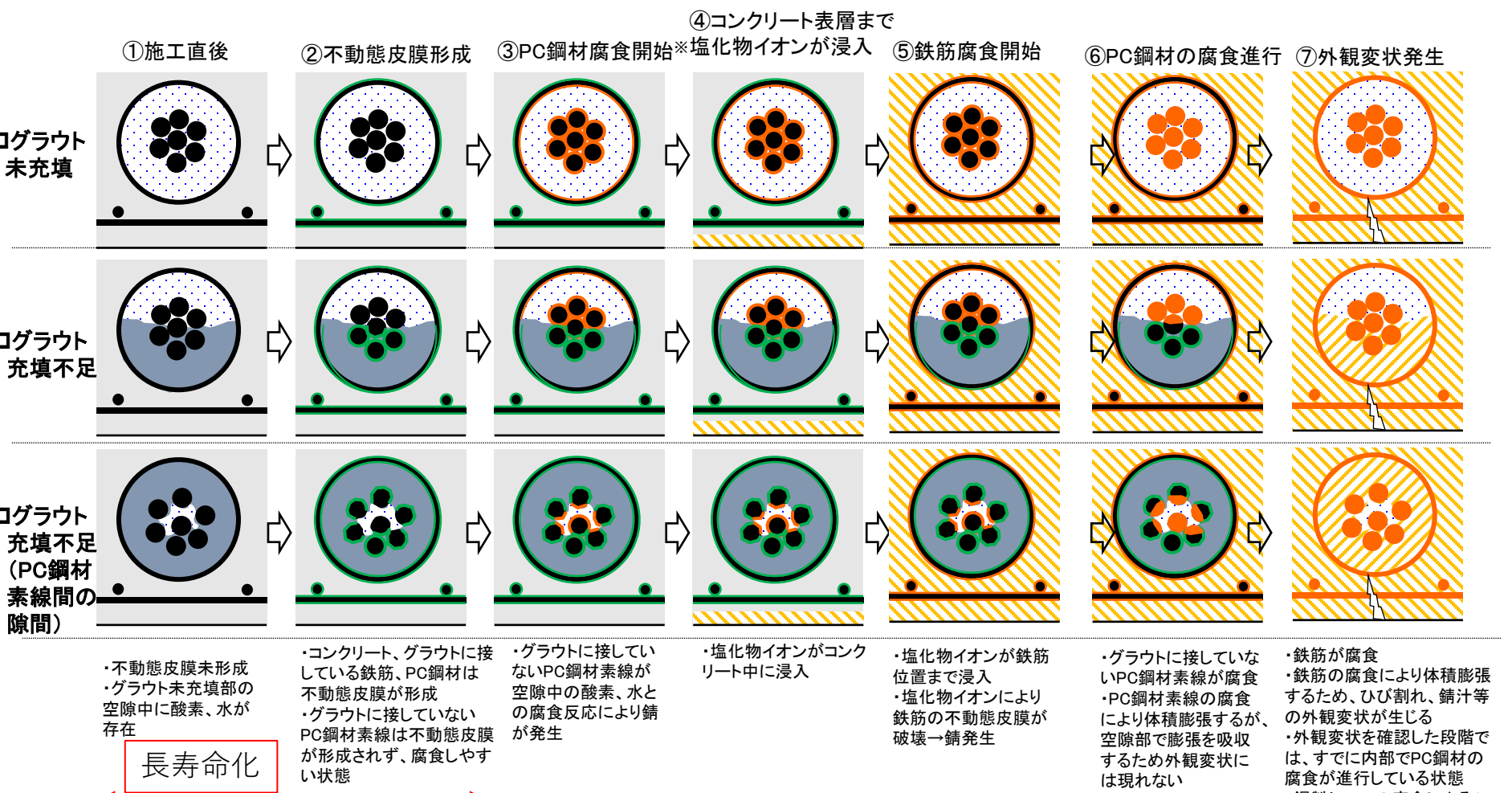
■ 塩化物イオン（1.2kg/m³以上）

PC鋼材

シース管

素線

グラウト

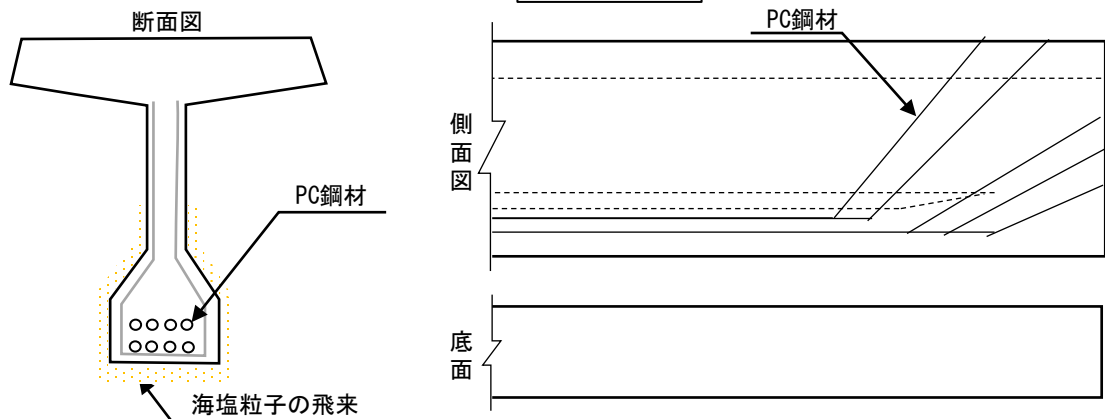


※PC鋼材の腐食開始時期が不明のため、ここでは安全側の指標とした。

1.5 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

1. 塩化物イオンの供給



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）※

- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材は不動態被膜が形成
- ・グラウトに接していないPC鋼材素線は不動態被膜が形成されない

※図はグラウト未充填、充填不足、充填不足（PC鋼材素線間の隙間）のうち、グラウト未充填を代表して記載。

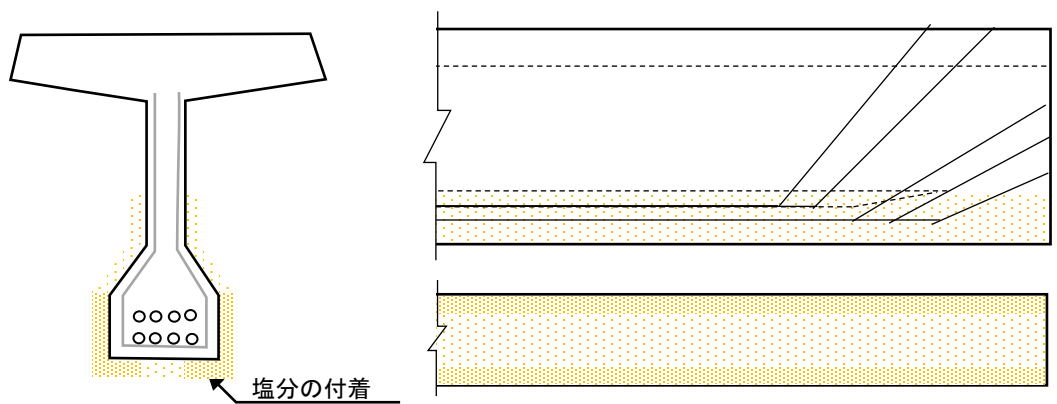
・風により海塩粒子が飛来

・下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入

＜工法例＞表面被覆、含浸、【PC鋼材に対して】グラウト再充填

2. コンクリート表面への塩分の付着

外観変状無し



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）

- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材は不動態被膜が形成
- ・グラウトに接していないPC鋼材素線は不動態被膜が形成されない

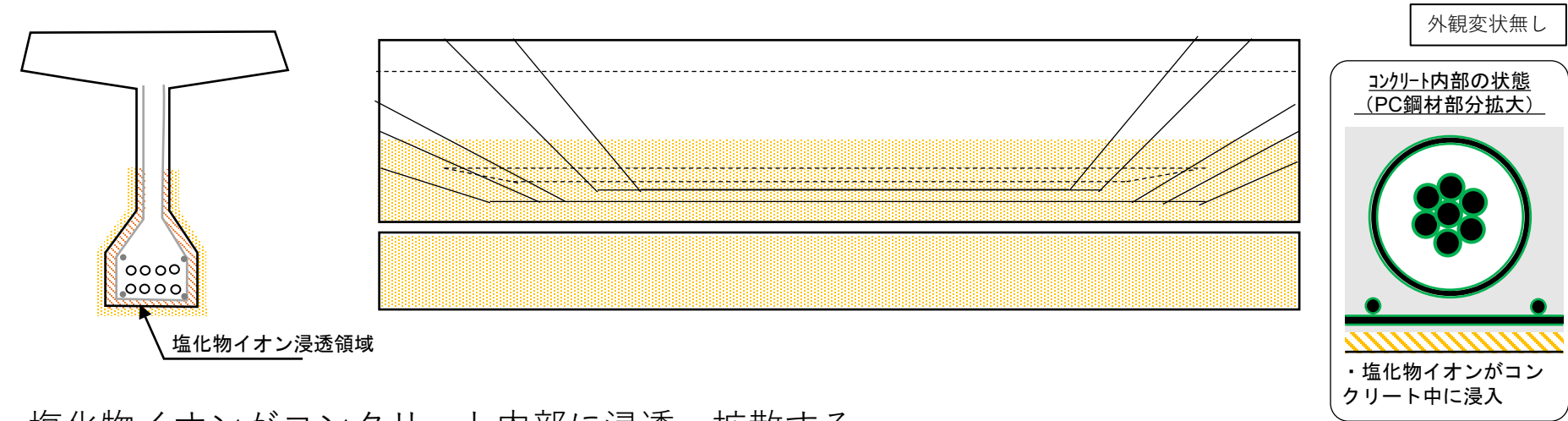
・コンクリート表面に飛来塩分が付着 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入

＜工法例＞表面被覆、含浸、【PC鋼材に対して】グラウト再充填

1.5 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

3. コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満）



- ・塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- ・中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- ・水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。一方、水セメント比が大きいコンクリートは浸入速度が速い。
- ・高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- ・浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

【3-1 将来劣化なし】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超えない
＜工法例＞表面被覆、含浸、【PC鋼材に対して】グラウト再充填

【3-2 将来劣化あり】

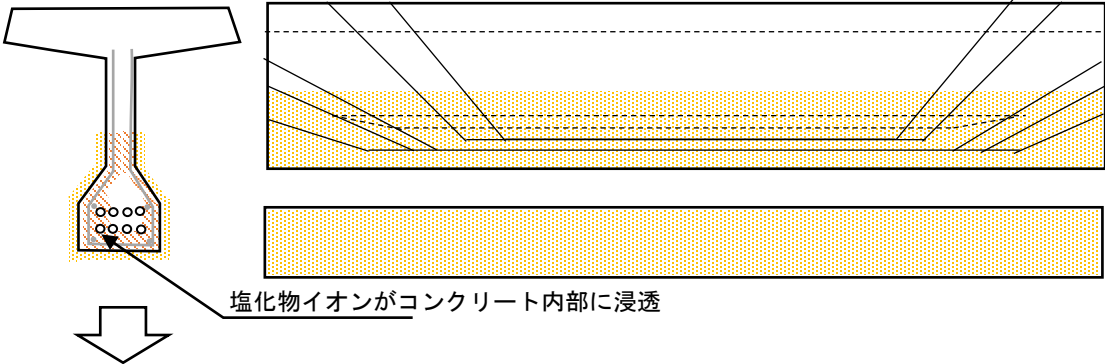
- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超える
＜工法例＞表面被覆、含浸、電気防食【PC鋼材に対して】グラウト再充填、電気防食

1.5 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

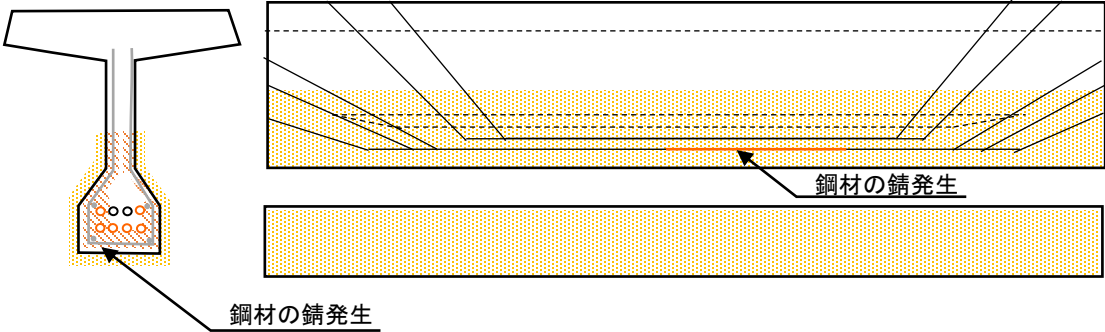
• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報 ※ "錆"と"腐食"の用語の使い分けは参考-2参照

4. 鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 以上 外観変状無し

4-1.鋼材の錆未発生



4-2.鋼材の錆発生



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）

- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材は不動態被膜に保護されているためすぐには腐食しない
- ・グラウトに接していないPC鋼材素線は不動態被膜が形成されていないため、シーす内の空隙に侵入した塩化物イオンにより錆が発生

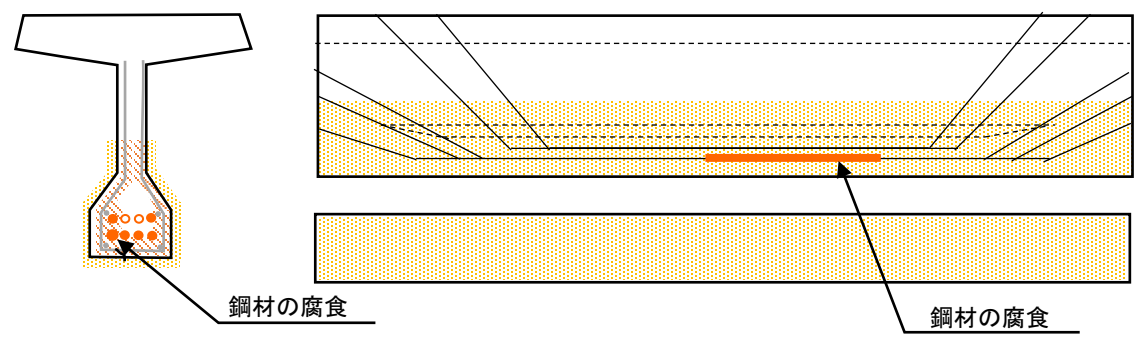
●グラウトの充填が不十分であるため、PC鋼材腐食時には鉄筋は腐食していない

- 強いアルカリ環境下では鉄筋は腐食しにくい、鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超えると、不動態皮膜が破壊され表面的な錆が発生する。
 - 外観の変状で判断することは困難。
 - 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界 1.2kg/m^3 以上
- <工法例> 電気防食、【PC鋼材に対して】グラウト再充填、電気防食

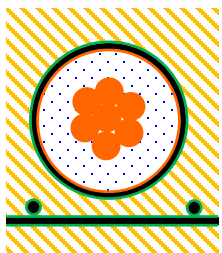
1.5 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

5. 鋼材腐食の発生 外観変状無し



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）



- ・ グラウトに接していないPC鋼材が腐食
- ・ PC鋼材素線の腐食により体積膨張するが、空隙部で膨張を吸収するため外観変状には現れない

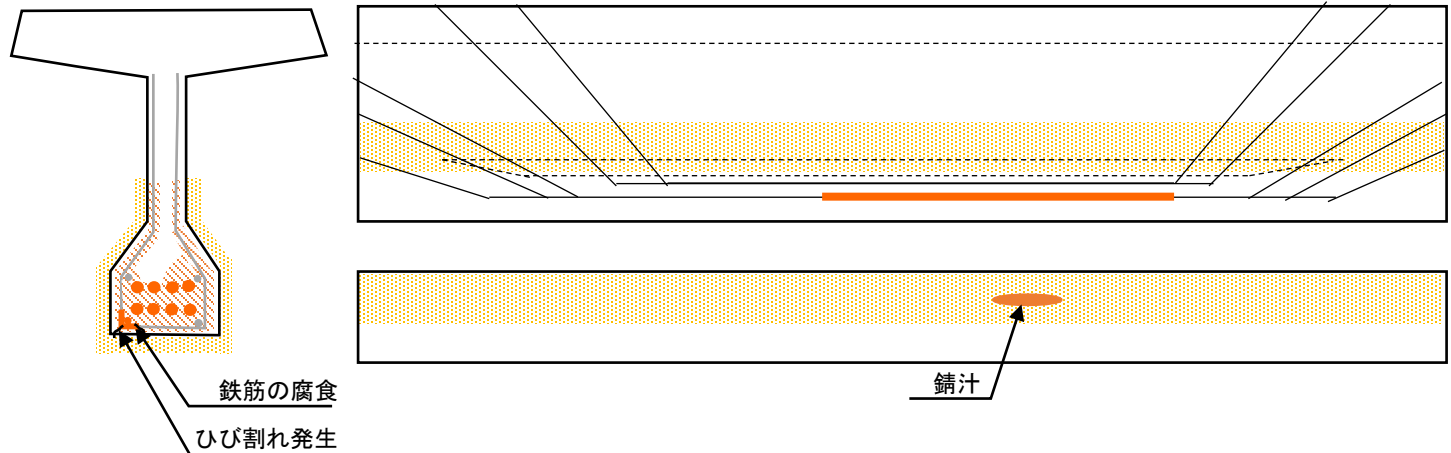
●グラウトの充填が不十分であるため、PC鋼材腐食時に外観変状に現れにくい

- 鋼材腐食が生じててもひび割れは発生しない。
 - 鋼材の腐食が外観変状に現れずに内部で進行。
 - PC鋼材素線の隙間にグラウトが充填されていないと不動態皮膜が形成されず、外側の鉄筋よりもPC鋼材の腐食が進行。
 - 錆汁が滲み出すことがある。
 - 上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界 1.2kg/m^3 以上
- <工法例> 電気防食、【PC鋼材に対して】プレストレス導入

1.5 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム

6. 鉄筋腐食の発生 外観変状有り



コンクリート内部の状態
(PC鋼材部分拡大)

- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材が腐食
- ・鉄筋の腐食により体積膨張するため、ひび割れ、錆汁等の外観変状が生じる
- ・外観変状を確認した段階では、すでに内部でPC鋼材の腐食が進行している状態

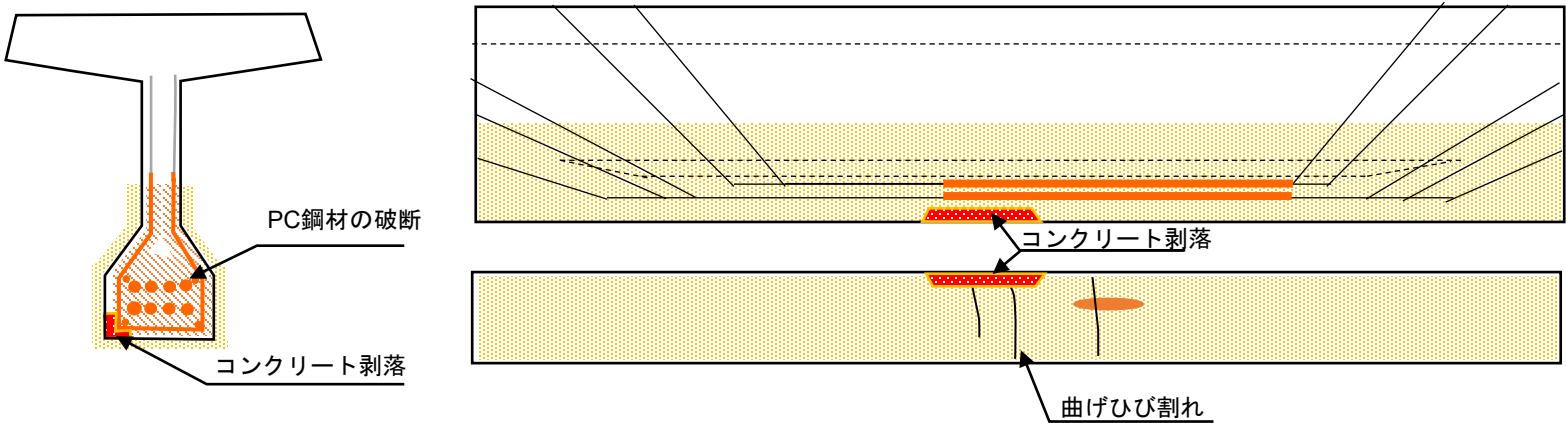
- 鉄筋の腐食によってひび割れが発生。
- 錆汁が滲み出すことがある。
- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。

<工法例> 電気防食、【PC鋼材に対して】プレストレス導入

1.5 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

7. 鉄筋・鋼材腐食の進行、破断 外観変状有り



- 複数本の鋼材の破断が発生。
 - 部材の耐荷力低下が懸念される。
 - 支間中央に曲げひび割れが発生したり、たわみが増加する。
- <工法例> モニタリング、ベント設置、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用（ポステント桁）】

・点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

➤対象橋梁は、H29道示の塩害の影響を受ける地域に位置するコンクリート橋とする。なお、下部構造もしくは上部構造で塩害特定点検を実施することを前提とし、塩害特定点検結果から下表青字で示す診断の決め手となる情報を元に、措置の方針を決定する。
➤グラウトの充填が不十分な場合には、鋼材腐食時の変状が外観に現れず、変状が現れたときには損傷程度が大きい段階である。錆汁が確認された場合には内部で鋼材腐食が進行している兆候であるため見逃さないように留意が必要。

メカニズム			点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は 次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定 (案)	措置の方針	工法例
外 観 変 状 無 し	1.塩化物イオンの供給		—	・ 塩化物イオン含有量調査 (ドリル、コア) ※塩害特 定点検で実施	・ 下部構造の上部構造のかぶりに相当する 深さの塩化物イオン量が1.0kg/m ³ 以上かつ 上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が 微量混入		C1	延命（遮塩、鋼材の防 食）	表面被覆or含浸 【PC鋼材に対して】グラウト 再充填
	2.コンクリート表面への塩分						C1		
	コンクリート内部 への浸透・ 拡散（鋼材 位置の塩化 物イオン量が 1.2kg/m ³ 未 満）	3-1.将来劣化 なし	・ 塩害防止対策の有 無（表面被覆、防 食鉄筋など）		・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量 が1.2kg/m ³ ※1未満かつ将来予測で10年以 内に1.2kg/m ³ を超えない		C1	延命（遮塩、鋼材の防 食）	表面被覆or含浸 【PC鋼材に対して】グラウト 再充填
		3-2.将来劣化 あり					C1	延命（遮塩、鋼材の防 食）	表面被覆or含浸、電気防食 【PC鋼材に対して】グラウト 再充填、電気防食
	鋼材位置の 塩化物イ オン量が 1.2kg/m ³ 以 上	4-1.鋼材の錆 未発生	—		・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量 が鋼材腐食発生限界1.2kg/m ³ ※1以上		C1	延命※3（鋼材の防食）	電気防食 【PC鋼材に対して】 グラウト再充填、電気防食※1
		4-2.鋼材の錆 発生					C2		
	5.鋼材腐食の発生		・ 錆汁がしみ出すこ とがある	・ 塩化物イオン含有量調査 (ドリル、コア) ※塩害特 定点検で実施 ・ はつり調査、コア・ドリル 削孔調査（錆汁の発生 が確認された場合）	・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量 が鋼材腐食発生限界1.2kg/m ³ ※1以上 ・ コンクリート内部で鋼材の腐食が発生 （外観変状には現れない） ・ 錆汁が生じることもある（内部で鋼材 腐食が進行している兆候）		C2	延命※3（鋼材の防食）	電気防食※2
	外 観 変 状 有 り	6.鉄筋腐食の発生		・ 鉄筋に沿ったひび 割れ（錆汁を伴う 場合もある）	・ はつり調査、コア・ドリル 削孔調査（鉄筋が露出 していない場合）		・ 鉄筋に沿ったひび割れが発生（錆汁を 伴う場合もある）	C2	延命（鋼材の防食）
7.鉄筋・鋼材腐食の進行		・ 複数本の鋼材破断 ・ 曲げひび割れ	—	・ 複数本の鋼材に破断が発生 ・ 支間中央に曲げひび割れが発生	E1	危機管理	モニタリング、ベント設置、交通 規制、架替え		
						緊急措置（損傷が複数 本の桁に発生等）※詳 細調査を行い個別に検 討	通行止め、ベント設置、架 替え		

注1 塩害特定点検より、コンクリート中の鋼材腐食が始まる全塩化物イオン量が1.2～2.5kg/m³であると考えられている。ここでは、安全側の数値として1.2kg/m³を用いた。
注2 電気防食を実施しない場合には、延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。
注3 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含侵などの実施についても検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用（ポステンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か(塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・など)
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

1.5 塩害_飛来年_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速く、高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- ポステン桁は、ケーブル本数が少ないことから、あるケーブルのプレストレスが減少すると、急激に耐荷力が低下する可能性がある。対してプレテン桁は、ケーブルが多数あることから順に付着が切れても、ある程度の冗長性を有している。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- ベント設置にあたっては、構造系が大きく変わらないよう配慮が必要。
例) 支間中央にベントで突き上げると、支間中央に負曲げが発生してしまうため逆効果

<前々頁『点検、診断の着目点と措置の方針』に記載の出典>

- ※1 非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル、2003、P.48、土木研究所・日本構造物診断技術協会
- ※2 コンクリート橋・複合橋保全マニュアル、2018、P.48,58、プレストレストコンクリート工学会

1.5 塩害_飛来年_グラウトの充填が不十分な場合_普通鉄筋を使用【ポステンT桁】

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

- 地形条件(海岸からの距離・海面からの高さ)
- 下部工の塩分浸透状況(塩害特定点検：下部工コア採取10年に1回)
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の錆汁の有無

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鋼材位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

青字：近接目視で確認可能

赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
(塩害特定点検で詳細調査実施済みの場合には必ずしも必要ではない)

< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 海からの距離
- 架設年代
 - 塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- グラウト
 - 使用している種類（ノンブリーディングタイプのグラウト標準化：2002年～）
 - 施工方法（流量計設置の義務化：1996年、シースの導通確認方法変更[水→空気]：2002年台）
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- シースの材質
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

CASE4 グラウトの充填が不十分・エポキシ樹脂塗装鉄筋・普通PC鋼材・鋼製シース

- PC鋼材腐食時には鉄筋は腐食していない→④
- PC鋼材腐食時に外観変状に現れにくい→⑤

■ 鋼部材(鉄筋、PC鋼材素線、鋼製シース管)

■ 不動態皮膜

■ 腐食

■ エポキシ樹脂

■ 塩化物イオン(1.2kg/m³以上)

■ コンクリート

■ 空隙中の酸素・水

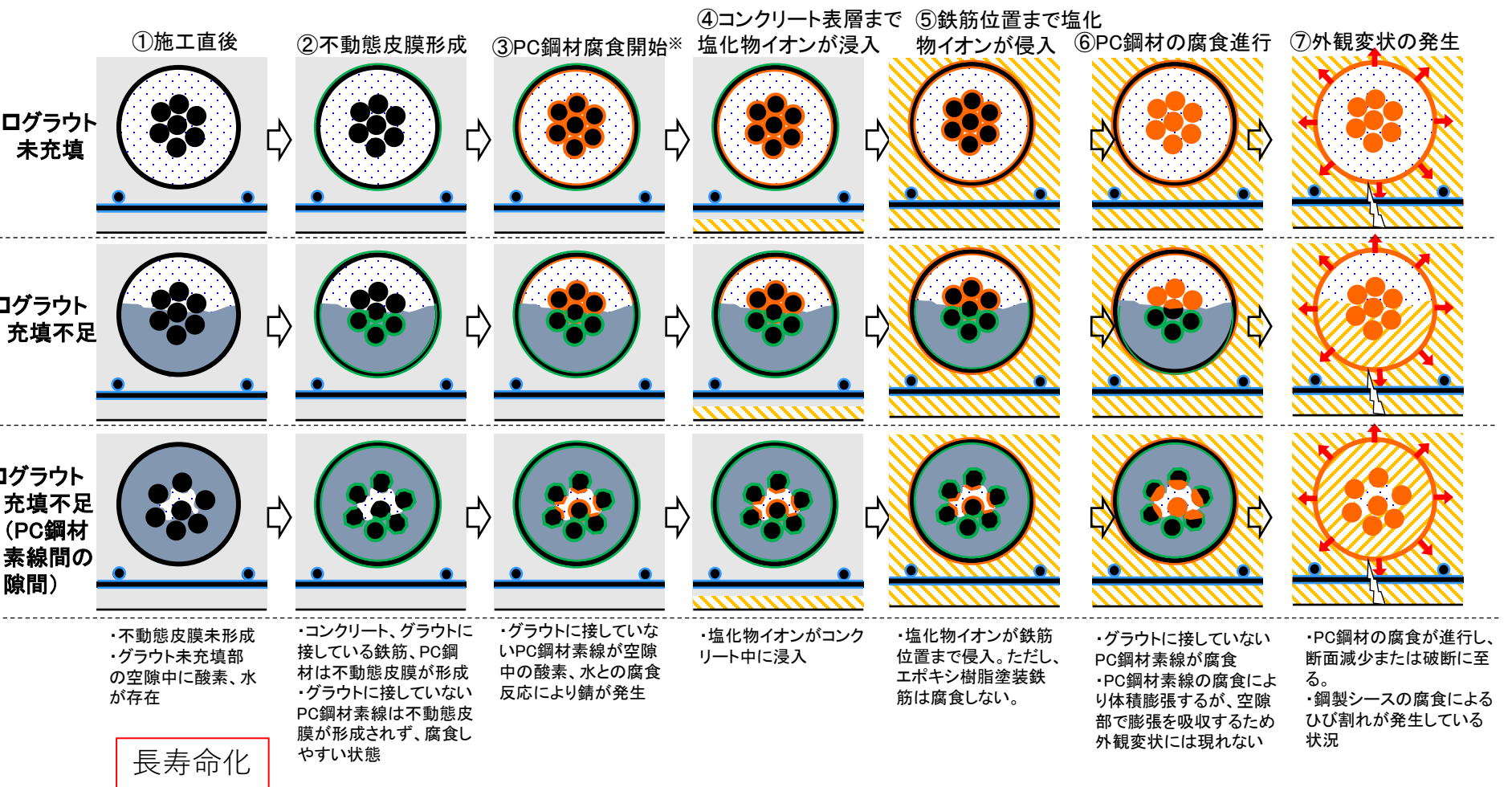
PC鋼材

グラウト未充填部

シース管

素線

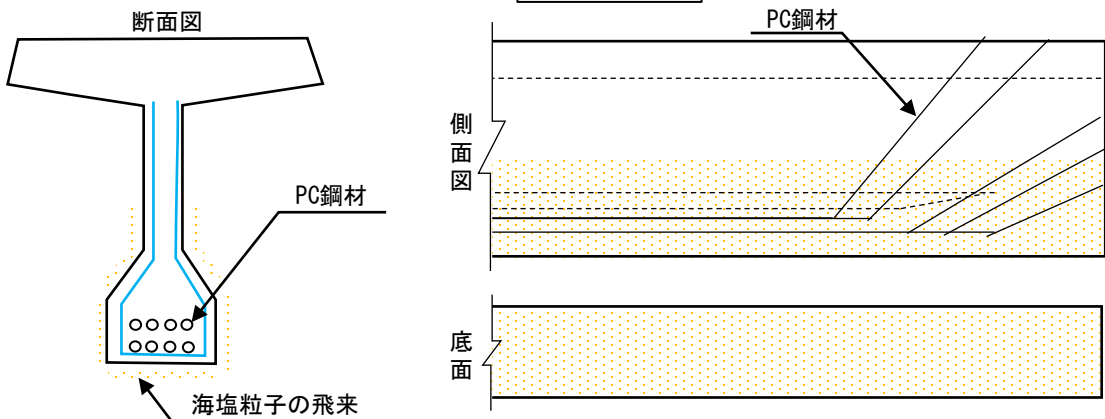
グラウト



※PC鋼材の腐食開始時期が不明のため、ここでは安全側の指標とした。

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

1. 塩化物イオンの供給



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）※

- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材は不動態皮膜が形成
- ・グラウトに接していないPC鋼材素線は不動態皮膜が形成されない

※図はグラウト未充填、充填不足、充填不足（PC鋼材素線間の隙間）のうち、グラウト未充填を代表して記載。

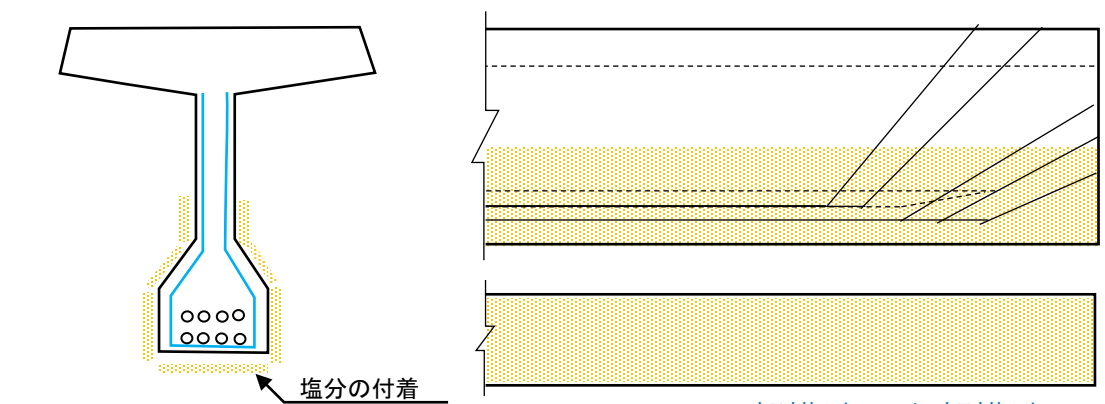
・風により海塩粒子が飛来

・下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さ塩化物イオン量が
1.0kg/m³以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入

<工法例> 表面被覆、含浸、【PC鋼材に対して】グラウト再充填

2. コンクリート表面への塩分の付着

外観変状無し



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）

- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材は不動態皮膜が形成
- ・グラウトに接していないPC鋼材素線は不動態皮膜が形成されない

・コンクリート表面に飛来塩分が付着

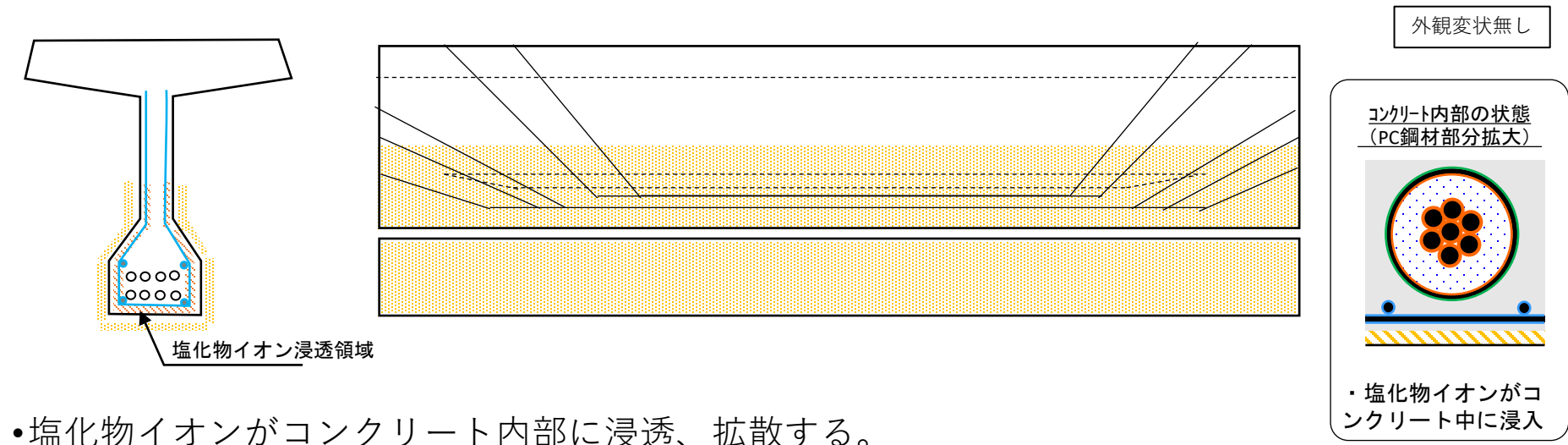
・下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が
1.0kg/m³以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入

<工法例> 表面被覆、含浸、【PC鋼材に対して】グラウト再充填

1.6 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

3. コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満）



- ・塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- ・中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- ・水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。一方、水セメント比が大きいコンクリートは浸入速度が速い。
- ・高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- ・浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

【3-1 将来劣化なし】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以内に 1.2kg/m^3 を超えない
<工法例> 表面被覆、含浸、【PC鋼材に対して】グラウト再充填

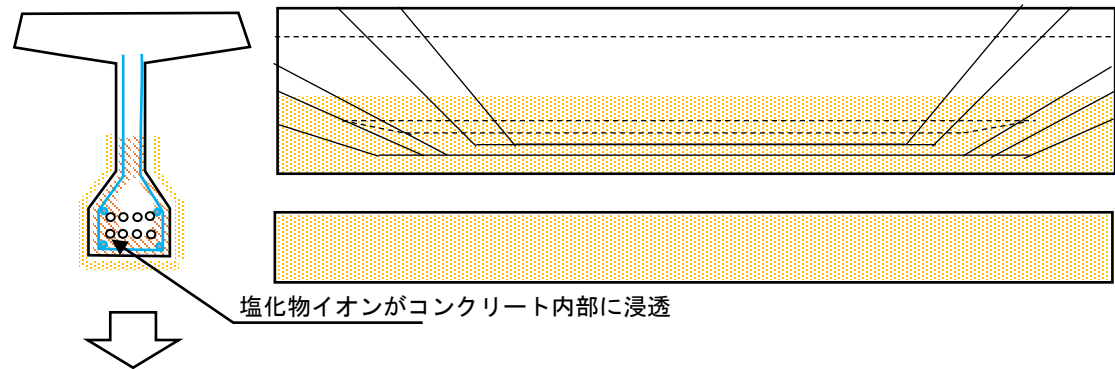
【3-2 将来劣化あり】

- ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以内に 1.2kg/m^3 を超える
<工法例> 表面被覆、含浸、電気防食【PC鋼材に対して】グラウト再充填、電気防食

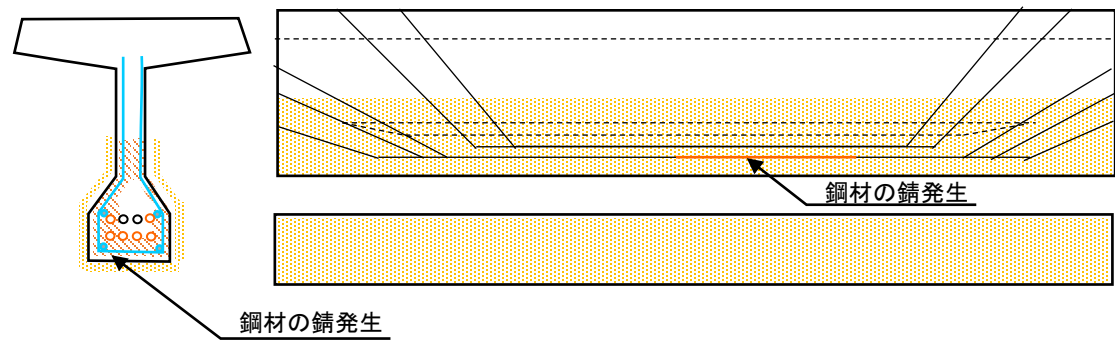
・進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

4. 鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³以上 外観変状無し

4-1.鋼材の錆未発生



4-2.鋼材の錆発生



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）

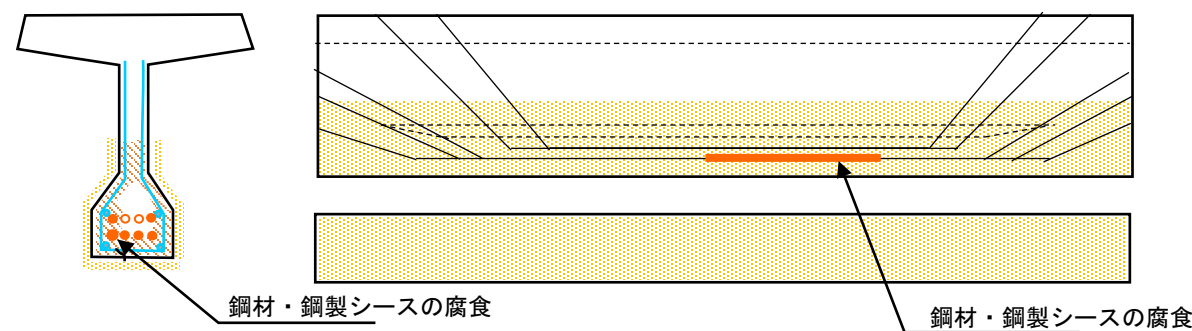
- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材は不動態皮膜に保護されているためすぐには腐食しない
- ・グラウトに接していないPC鋼材素線は不動態皮膜が形成されていないため、シース内の空隙に侵入した塩化物イオンにより錆が発生

●グラウトの充填が不十分であるため、PC鋼材腐食時には鉄筋は腐食していない

- ・強いアルカリ環境下では鉄筋は腐食しにくい、鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過すると、鋼製シースおよびPC鋼材に錆が発生する。
 - ・外観の変状で判断することは困難。
 - ・最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³以上
- <工法例> 電気防食、【PC鋼材に対して】グラウト再充填、電気防食

• 進展のメカニズム 青字：塩害特定点検で得られる情報

5. 鋼材腐食の発生 外観変状無し



コンクリート内部の状態（PC鋼材部分拡大）

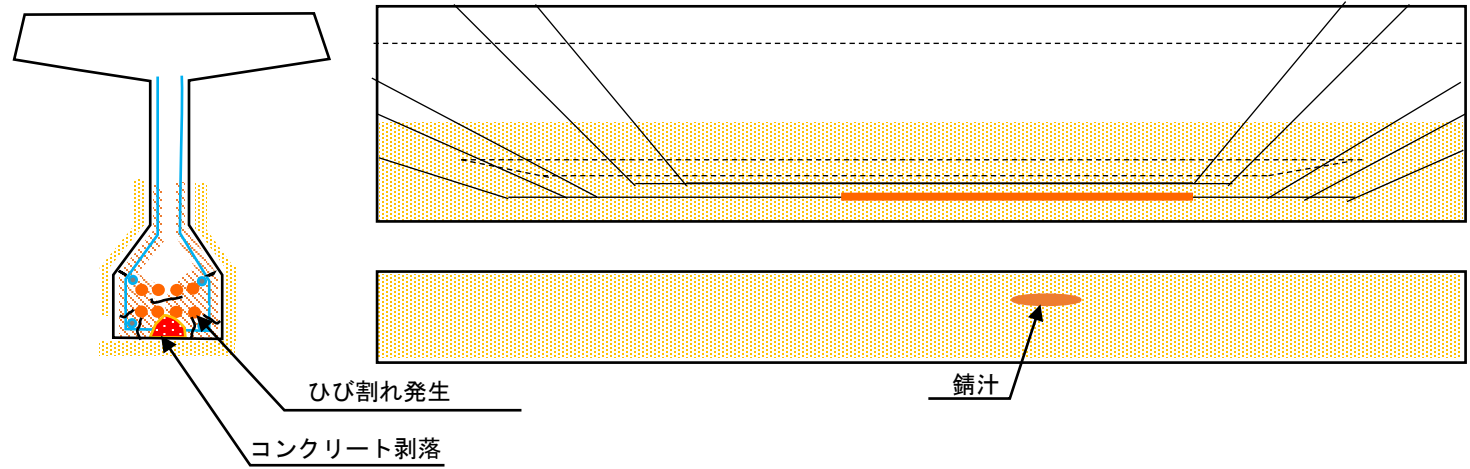
- ・ グラウトに接していないPC鋼材が腐食
- ・ PC鋼材素線の腐食により体積膨張するが、空隙部で膨張を吸収するため外観変状には現れない
- ・ ただし、鋼製シースの膨張によりひび割れが発生

● グラウトの充填が不十分であるため、PC鋼材腐食時に外観変状に現れにくいですが鋼製シースの腐食によりひび割れが発生

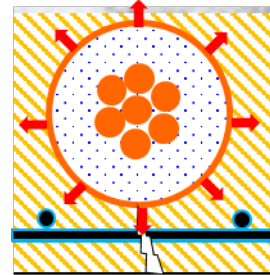
- 鋼材腐食が生じててもひび割れは発生しない。
 - 鋼材の腐食が外観変状に現れずに内部で進行。
 - PC鋼材素線の隙間にグラウトが充填されていないと不動態皮膜が形成されず、外側の鉄筋よりもPC鋼材の腐食が進行。
 - 錆汁が滲み出すことがある。
 - 上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³以上
- ＜工法例＞ 電気防食、【PC鋼材に対して】プレストレス導入

• 進展のメカニズム

6. 鋼材腐食の進行 外観変状有り



コンクリート内部の状態
(PC鋼材部分拡大)



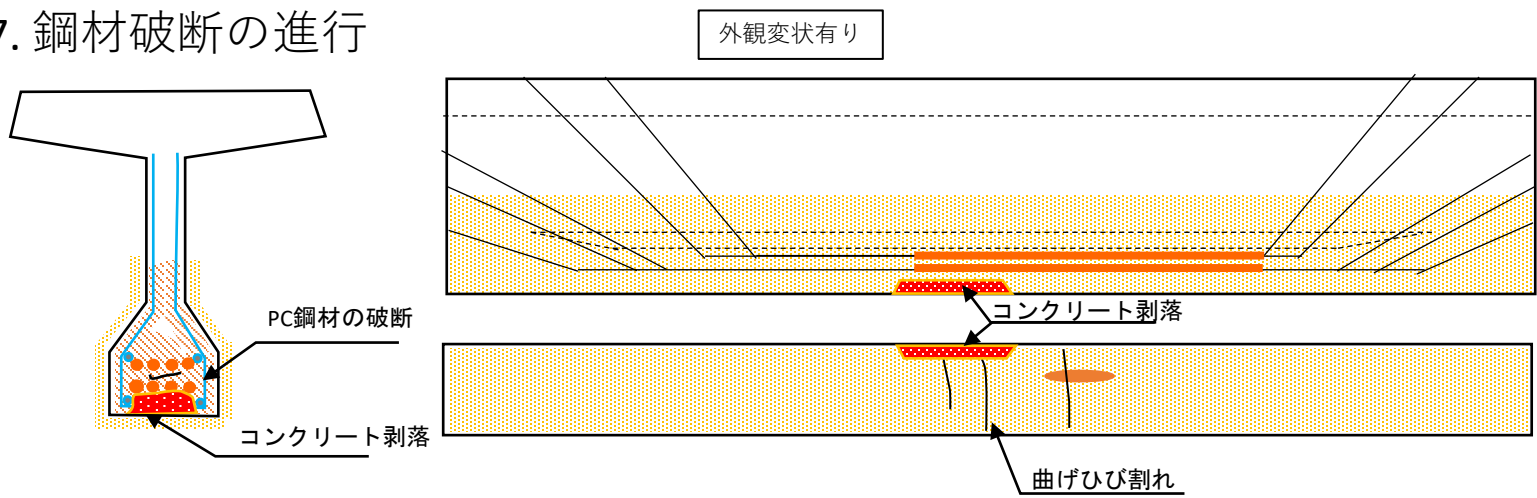
- ・コンクリート、グラウトに接している鉄筋、PC鋼材が腐食
- ・鉄筋の腐食により体積膨張するため、ひび割れ、錆汁等の外観変状が生じる
- ・外観変状を確認した段階では、すでに内部でPC鋼材の腐食が進行している状態

- 錆汁が滲み出すことがある。
- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。

<工法例> 電気防食、【PC鋼材に対して】プレストレス導入

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

7. 鋼材破断の進行



- 複数本の鋼材の破断が発生。
 - 部材の耐荷力低下が懸念される。
 - 支間中央に曲げひび割れが発生したり、たわみが増加する。
- <工法例> モニタリング、ベント設置、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（ポステンT桁）】

・点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

➤ H29道示の塩害の影響を受ける地域（参考-3参照）に位置するコンクリート橋で、下部構造もしくは上部構造で塩害特定点検を実施することを前提とし、塩害特定点検結果から下表**青字**で示す診断の決め手となる情報を元に、措置の方針を決定する。
➤ グラウトの充填が不十分な場合には、鋼材腐食時の変状が外観に現れず、変状が現れたときには損傷程度が大きい段階である。錆汁が確認された場合には内部で鋼材腐食が進行している兆候であるため見逃さないように留意が必要。

メカニズム			点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定（案）	措置の方針	工法例	
外 観 変 状 無 し	1.塩化物イオンの供給		—	・ 塩化物イオン含有量調査 (ドリル、コア) ※塩害特 定点検で実施	・ 下部構造の上部構造のかぶりに相当する 深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ 上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が 微量混入		C1	延命（遮塩、鋼材 の防食）	表面被覆or含浸 【PC鋼材に対して】ゲ ラウト再充填	
	2.コンクリート表面への塩分						C1			
	コンクリート内部 への浸透・ 拡散（鋼材 位置の塩化 物イオン量 が 1.2kg/m^3 未 満）	3-1.将来劣化 なし	・ 塩害防止対策の有 無（表面被覆、防 食鉄筋など）				・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量 が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以 内に 1.2kg/m^3 を超えない	C1	延命（遮塩、鋼材 の防食）	表面被覆or含浸 【PC鋼材に対して】ゲ ラウト再充填
		3-2.将来劣化 あり					・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量 が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以 内に 1.2kg/m^3 を超える	C1	延命（遮塩、鋼材 の防食）	表面被覆or含浸、電気 防食 【PC鋼材に対して】ゲ ラウト再充填、電気防食
	鋼材位置の 塩化物イ オン量 が 1.2kg/m^3 以 上	4-1.鋼材の錆 未発生	—				・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量 が鋼材腐食発生限界 1.2kg/m^3 以上	C1	延命 ^{注3} （鋼材の防 食）	電気防食 【PC鋼材に対して】 ゲラウト再充填、電気防 食 ^{注1}
		4-2.鋼材の錆 発生						C2		
	5.鋼材腐食の発生		・ 錆汁が滲み出すこ とがある	・ 塩化物イオン含有量調査 (ドリル、コア) ※塩害特 定点検で実施 ・ はつり調査、コア・ドリル 削孔調査（錆汁の発生 が確認された場合）	・ 上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量 が鋼材腐食発生限界 1.2kg/m^3 以上 ・ コンクリート内部で鋼材の腐食が発生 （外観変状には現れない） ・ 錆汁が生じることもある（内部で鋼材 腐食が進行している兆候）	C2	延命 ^{注3} （鋼材の防 食）	電気防食 ^{注2}		
外 観 変 状 有 り	6.鋼材腐食の進行		・ 鉄筋に沿ったひび 割れ（錆汁を伴う 場合もある）	・ はつり調査、コア・ドリル 削孔調査（鉄筋が露出 していない場合）	・ 鉄筋に沿ったひび割れが発生（錆汁を 伴う場合もある）	C2	延命（鋼材の防 食）	電気防食 ^{注2}		
	7.鋼材破断の進行		・ 複数本の鋼材破断 ・ 曲げひび割れ	—	・ 複数本の鋼材に破断が発生 ・ 支間中央に曲げひび割れが発生	E1	危機管理 緊急措置（損傷が 複数本の桁に発生 等）※詳細調査を 行い個別に検討	モニタリング、ベント設置、 交通規制、架替え 通行止め、ベント設置、 架替え		

注1 塩害特定点検より、コンクリート中の鋼材腐食が始まる全塩化物イオン量が1.2～2.5kg/m³であると考えられている。ここでは、安全側の数値として1.2kg/m³を用いたが、エポキシ樹脂塗装等を実施した場合は閾値として妥当性がない点を踏まえ、当面観察を実施すること。

注2 電気防食を実施しない場合には、延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

注3 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（ポステンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か（塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・・など）
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

1.6 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速く、高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- ポステン桁は、ケーブル本数が少ないことから、あるケーブルのプレストレスが減少すると、急激に耐荷力が低下する可能性がある。対してプレテン桁は、ケーブルが多数あることから順に付着が切れても、ある程度の冗長性を有している。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- ベント設置にあたっては、構造系が大きく変わらないよう配慮が必要。
例) 支間中央にベントで突き上げると、支間中央に負曲げが発生してしまうため逆効果

<前々頁『点検、診断の着目点と措置の方針』に記載の出典>

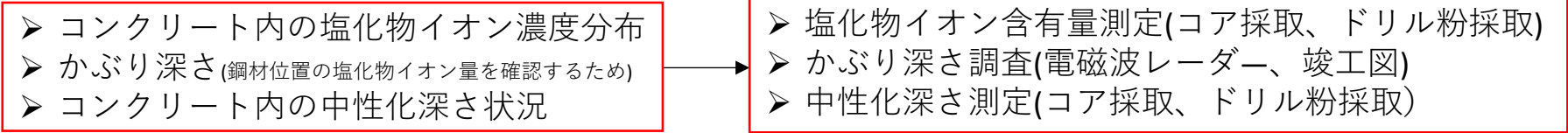
- ※1 非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル、2003、P.48、土木研究所・日本構造物診断技術協会
- ※2 コンクリート橋・複合橋保全マニュアル、2018、P.48,58、プレストレストコンクリート工学会

1.6 塩害_飛来塩_グラウトの充填が不十分な場合_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用【ポステンT桁】

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

- 地形条件(海岸からの距離・海面からの高さ)
- 下部工の塩分浸透状況(塩害特定点検：下部工コア採取10年に1回)
- **コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無**
- **コンクリート表面の錆汁の有無**

詳細調査



青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
(塩害特定点検で詳細調査実施済みの場合には必ずしも必要ではない)

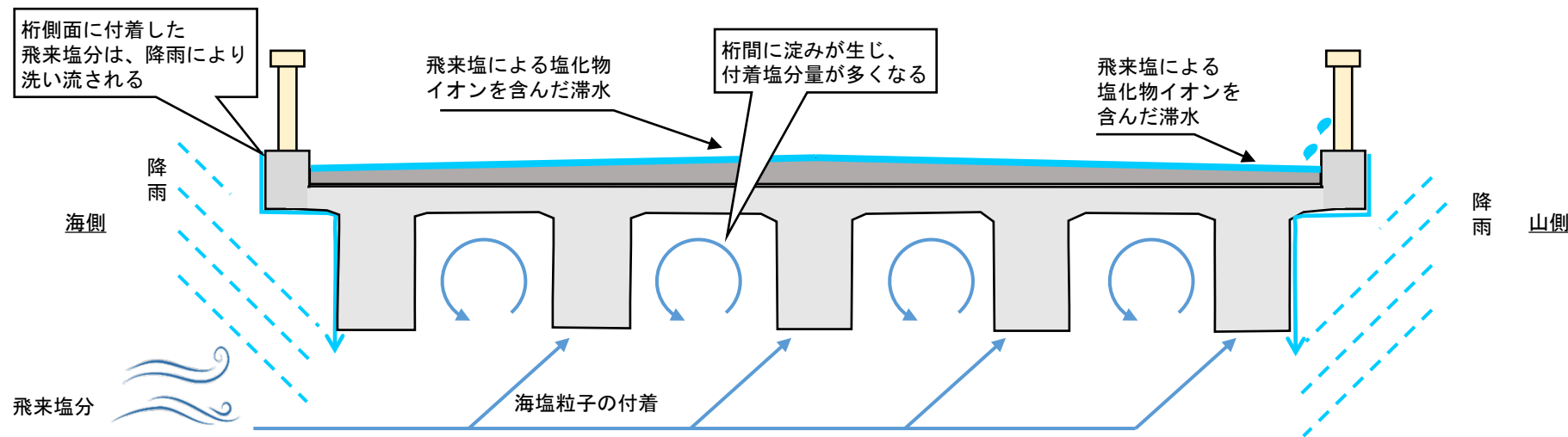
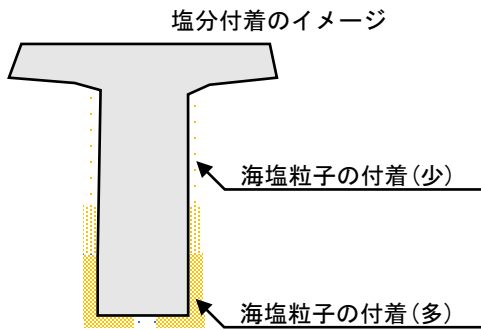
< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 海からの距離
- 架設年代
 - 塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- グラウト
 - 使用している種類（ノンブリーディングタイプのグラウト標準化：2002年～）
 - 施工方法（流量計設置の義務化：1996年、シースの導通確認方法変更[水→空気]：2002年台）
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- シースの材質
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

1.7 塩害_飛来塩【RCT桁】

飛来塩の供給経路の想定

- S59塩害指針(案)によると、下フランジ隅角部は、コンクリートの打込み、締固め等施工上の弱点になりやすく、また、水平・鉛直の2方向から塩分浸透し、他の部分より塩分量が大きくなりやすい。
 - 外桁側面は、付着した飛来塩分が降雨により洗い流されるが、桁間は淀みが生じ付着量が多い。
- ⇒劣化事例が多かった、桁下面・側面の腐食を診断セット作成の対象とした。



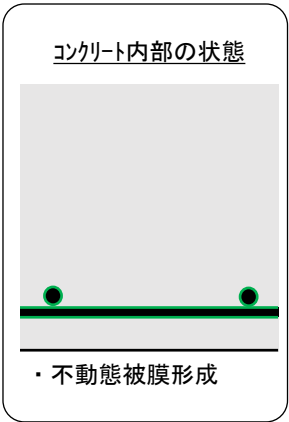
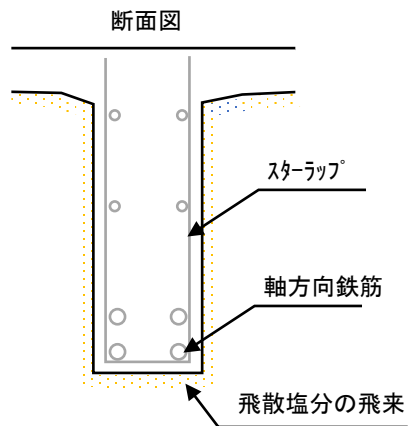
1.7 塩害_飛来塩【RCT桁】

<進展のメカニズム>

青字：塩害特定点検で得られる情報

1. 塩化物イオンの供給

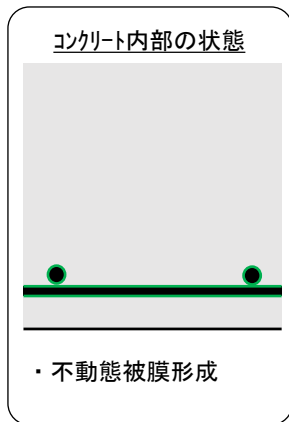
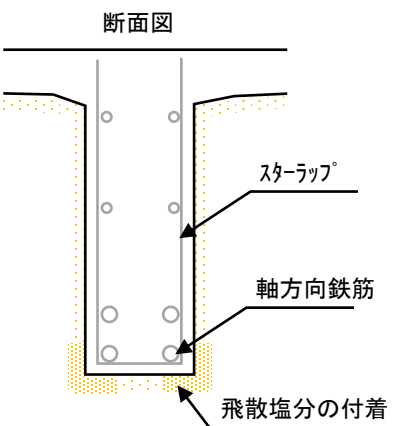
外観変状無し



- 風により海砂粒子が飛来する。
- 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が1.0kg/m³以上かつ
上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入
<工法例> 表面被覆、含浸

2. コンクリート表面への塩分の付着

外観変状無し

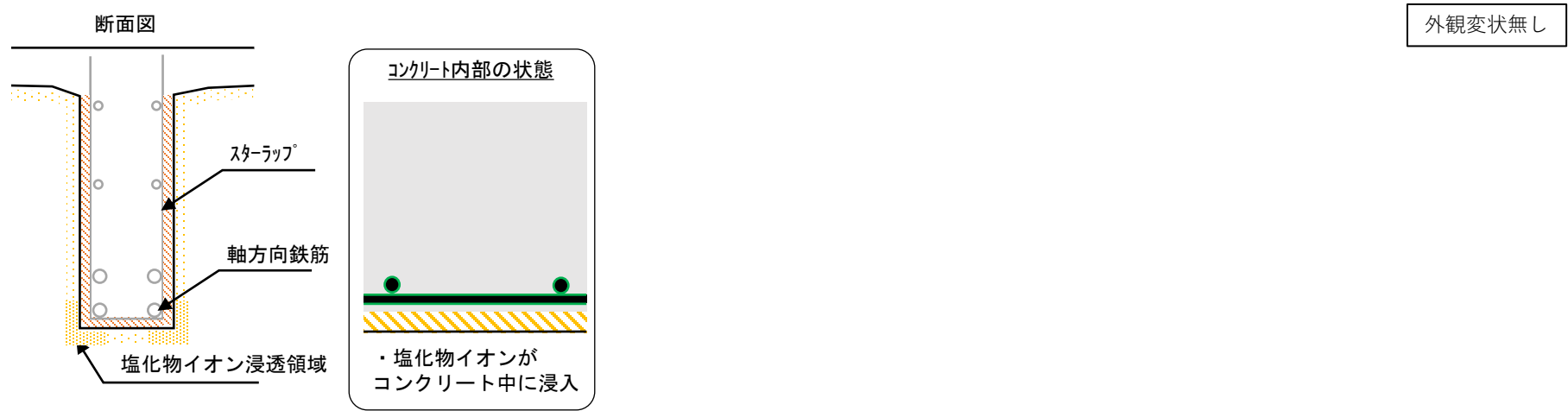


- コンクリート表面に飛来塩分が付着
- 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が1.0kg/m³以上かつ
上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入
<工法例> 表面被覆、含浸

1.7 塩害_飛来塩【RCT桁】

<進展のメカニズム> 青字：塩害特定点検で得られる情報

3. コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満）



- 将来の劣化の有無により、対応が分岐（3.1または3.2）
- 塩化物イオンの浸透を促進する作用として、中性化によって塩化物イオンが濃縮される場合がある。
- RC構造であるので、PC橋に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きいと、塩分・酸素・水分が浸入しやすい。
- 表面被覆を実施しても、内部に侵入した塩分が多い場合、鉄筋腐食を予防できない場合がある。

【3-1 将来劣化なし】

- 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ
将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超えない

<工法例> 表面被覆、含浸

【3-2 将来劣化あり】

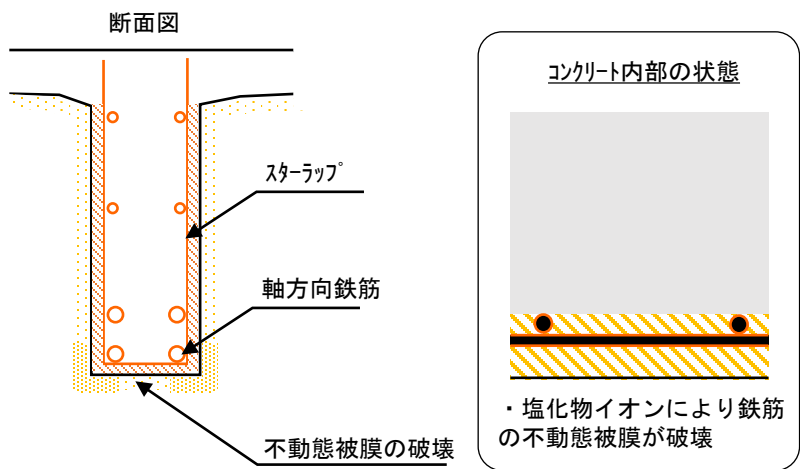
- 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³未満かつ
将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超える

<工法例> 表面被覆、含浸

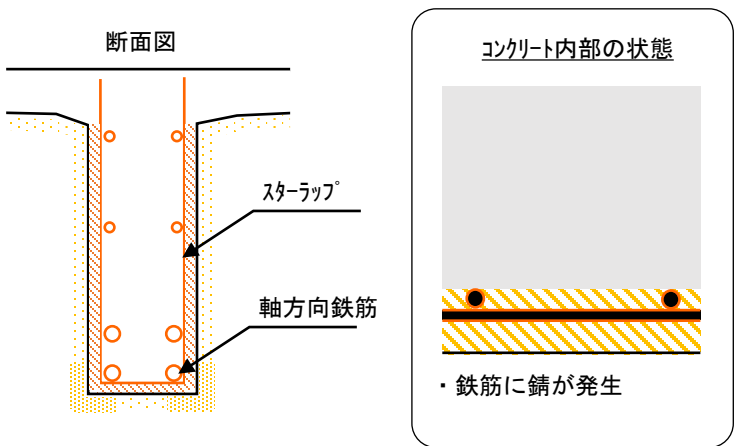
<進展のメカニズム> 青字：塩害特定点検で得られる情報 緑字：点検時の着目点

4.鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³以上 外観変状無し

4-1.鉄筋の錆未発生



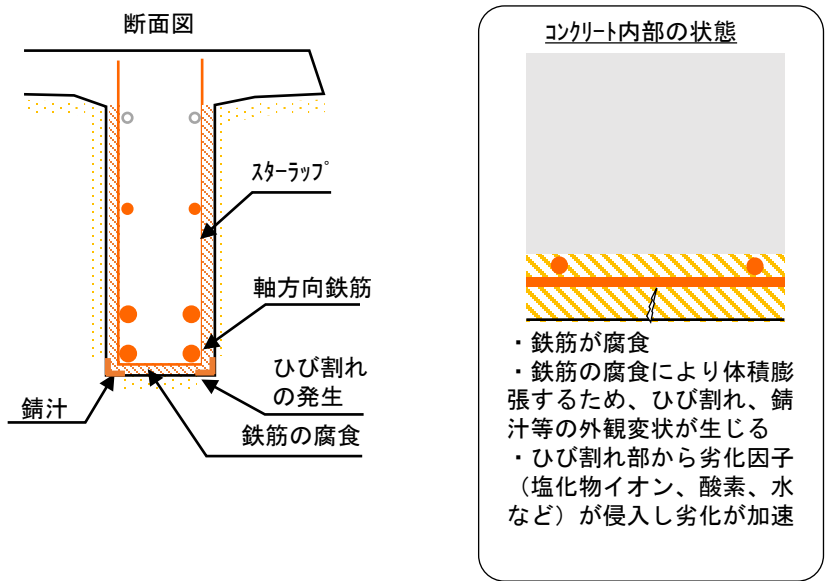
4-2.鉄筋の錆発生



- 鋼材位置の塩化物イオン濃度が腐食発生限界に至り、鉄筋表面に錆が発生する。
- 最外縁の上部構造鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³以上
- <工法例> 電気防食

<進展のメカニズム> 青字：塩害特定点検で得られる情報 緑字：点検時の着目点

5. 鉄筋腐食とコンクリートのひび割れの発生 外観変状有り

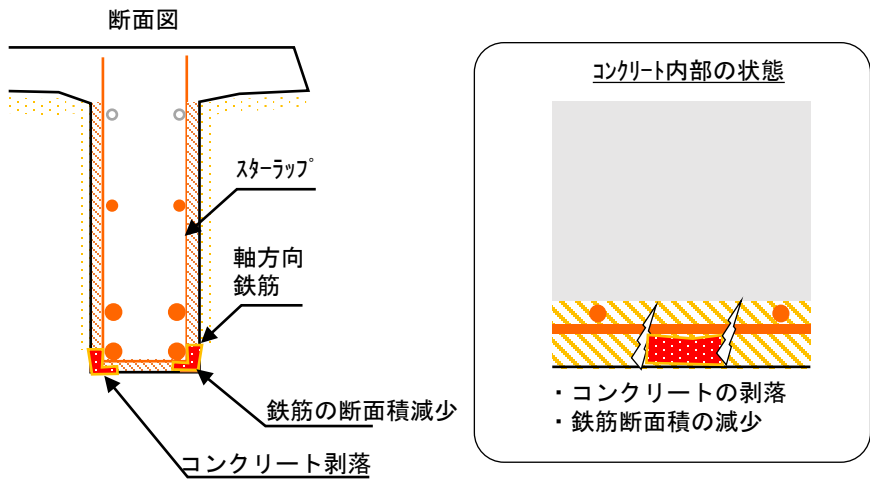


- ・鉄筋に沿ったひび割れ。錆汁を伴う場合もある。
- ・ひび割れの入り方は部材形状や配筋状態によって異なるが、鉄筋に沿った直線的なひび割れとなることが多い。
- ・<工法例> 電気防食

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

6.鉄筋腐食の進行

外観変状有り

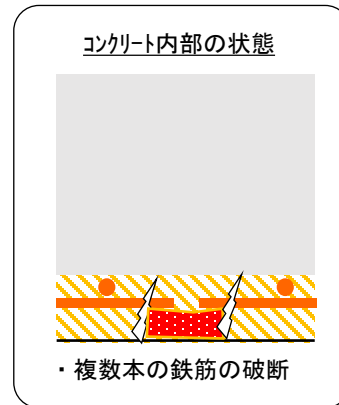
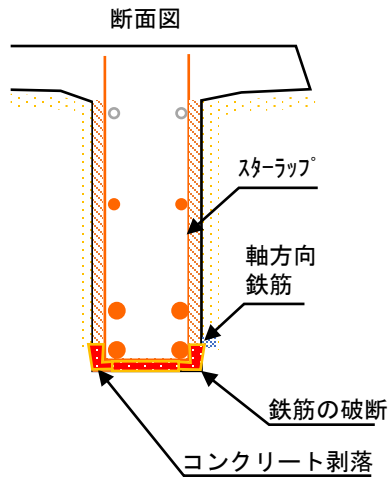


- ひび割れまたは剥離した部分から腐食因子が侵入するため鉄筋腐食が進行する。
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。
- かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。
- <工法例> 電気防食

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

7.鉄筋の破断

外観変状有り



- 鉄筋の破断が発生。
- 部材の耐荷力低下が懸念される。
- <工法例> モニタリング、仮受け、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩（RCT桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

➤対象橋梁は、塩害の影響を受ける地域（参考-2参照）に位置するコンクリート橋とする。なお、下部構造または上部構造に対する塩害特定点検が実施することを前提とし、塩害特定点検結果から下表青字で示す診断の決め手となる情報を元に、措置の方針を決定する。

メカニズム			点検における着目点 （定期点検）	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 （措置方針の判断根拠）※留意事 項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定（案）		措置の方針	工法例
外 観 変 状 無 し	1.塩化物イオンの供給		—	塩化物イオン含有量調査（ドリルコア）※塩害特定点検で実施	下部構造鋼材位置の塩化物イオン量が1.0kg/m³以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入		C1		長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸
	2.コンクリート表面への塩分の付着									
	コンクリート内部への浸透・拡散（鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m ³ 未満）	3-1.将来劣化なし	塩害防止対策の有無（表面被覆、防食鋼材など）		上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³注1未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超えない		C1	長寿命化（遮塩）	表面被覆or含浸	
		3-2.将来劣化あり								上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³注1未満かつ将来予測で10年以内に1.2kg/m³を超える
	鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m ³ 以上	4-1.鉄筋の錆未発生	—		上部構造最外縁鋼材位置の塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界1.2kg/m³注1以上		C1	延命（鉄筋の防食）	電気防食注3	
4-2.鉄筋の錆発生		C2								
	5.鉄筋腐食とコンクリートひび割れの発生		鉄筋に沿ったコンクリートのひび割れ（特にけた下フランジ隅角部）	はつり調査、コア・ドリル削孔調査（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	- 鉄筋に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある） - 鉄筋の腐食が発生	S2	C2	延命注2（鉄筋の防食）	電気防食注3	
外 観 変 状 有 り	6.鉄筋腐食の進行		- コンクリートの浮き、剥落 - 鉄筋の断面積減少 - 腐食鉄筋の露出	はつり調査、コア・ドリル削孔（鉄筋が露出していない場合）	- かぶりコンクリートの浮き、剥落が発生 - 鉄筋の断面積減少が発生 - 腐食鉄筋の露出が発生	S2	C2	延命注2（鉄筋の防食）	電気防食 仮受け注3	
	7.鉄筋の破断		鉄筋破断	—	鉄筋に破断が発生	—	E1	危機管理	モニタリング 交通規制 仮受け 架替え注4	
					—	緊急措置（損傷が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討		通行止め 仮受け 架替え注4		

注1 塩害特定点検より、コンクリート中の鉄筋腐食が始まる全塩化物イオン量が1.2～2.5kg/m³であると考えられている。ここでは、安全側の数値として1.2kg/m³を用いた。

注2 外観変状発生箇所へのマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲の場合には、将来的な架替えも計画する。

注3 RCT桁橋は経済性をふまえると架替えが基本となり、電気防食が工法として採用される事例はほとんどない。ただし、延命措置としては有効であるため工法例に記載した

注4 架橋条件によりすぐに架替えが困難な場合は、別途対応を検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_飛来塩（RCT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か(塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・など)
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断の発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

1.7 塩害_飛来塩【RCT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- RC構造であるので、PC橋に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速い。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

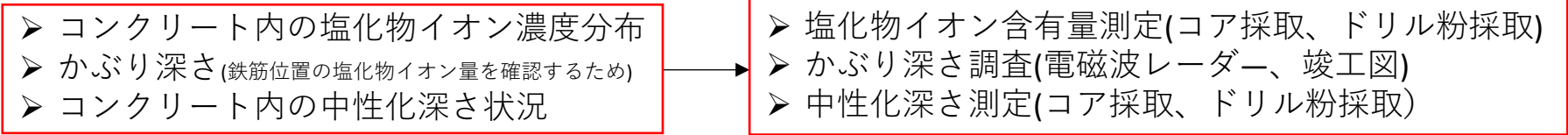
1.7 塩害_飛来塩【RCT桁】

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
(塩害特定点検で詳細調査実施済みの場合には必ずしも必要ではない)

- 地形条件(海岸からの距離・海面からの高さ)
- 下部工の塩分浸透状況(塩害特定点検：下部工コア採取10年に1回)
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

詳細調査

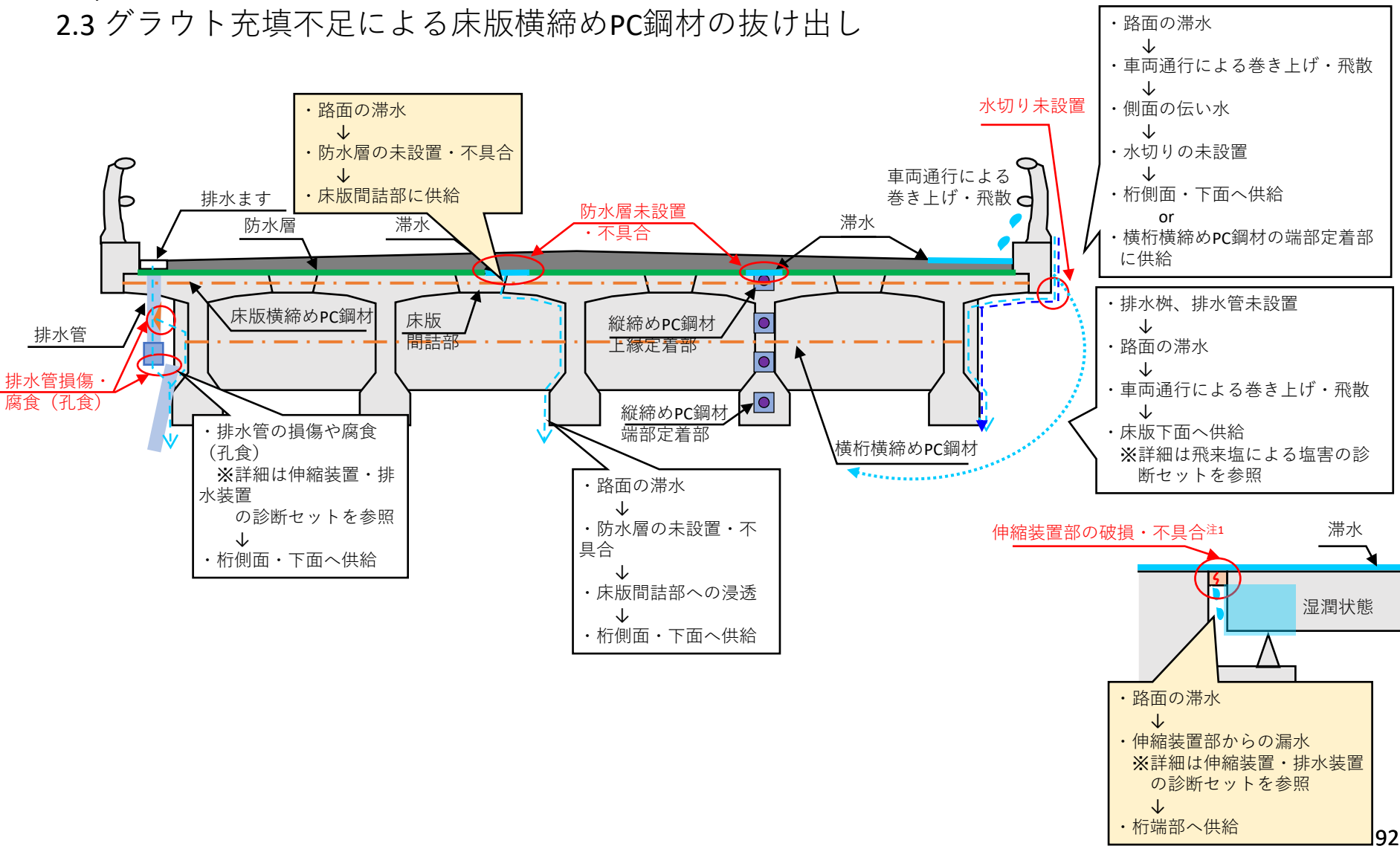


< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 海からの距離
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- 塗装の有無、施工年

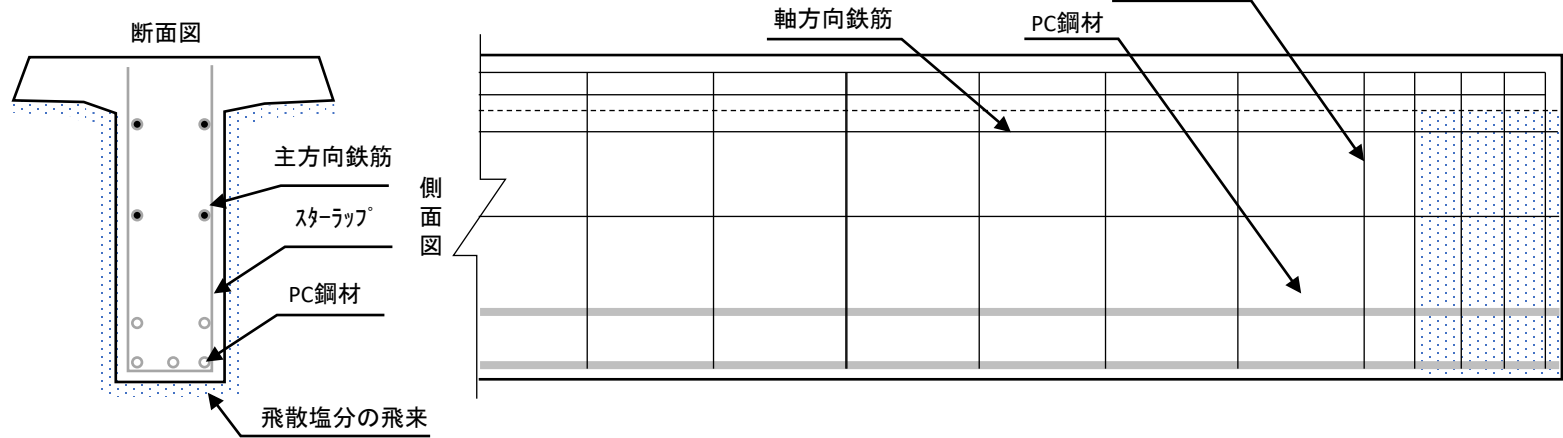
<凍結防止剤散布による塩化物イオンの供給経路>

- 本診断セットでは、凍結防止剤に起因して生じる代表的な損傷として以下の2つに着目する。
 - 2.1, 2.2 伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷（普通鉄筋、エポキシ樹脂塗装鉄筋）
 - 2.3 グラウト充填不足による床版横締めPC鋼材の抜け出し



・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

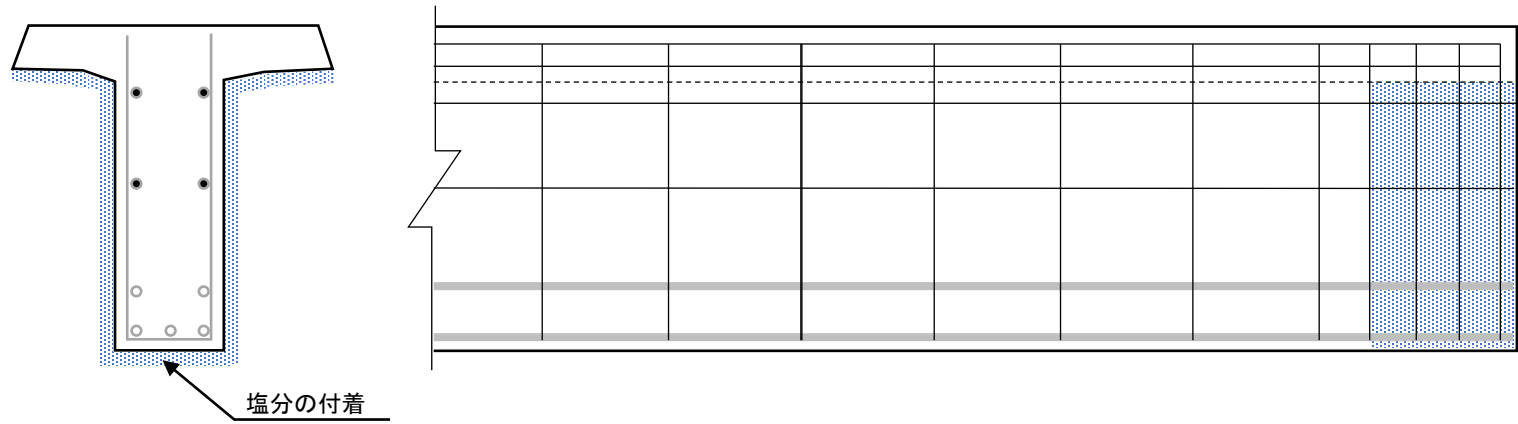
1. 塩化物イオンの供給



- ・塩化物イオンを含む凍結防止剤(融雪剤) 散布より、建設後に浸入する。
- ・橋面に滞水した凍結防止剤を含む水は、伸縮・排水装置の損傷等に伴う漏水により桁端部に供給される。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

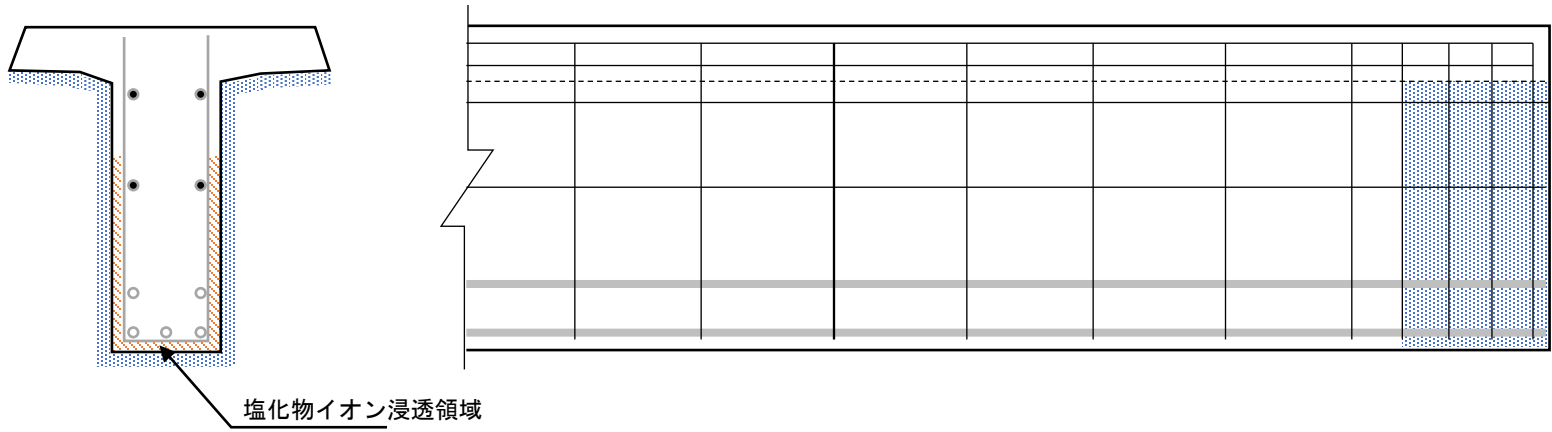
2. コンクリート表面への塩分の付着



- ・コンクリート表面に飛散塩分が付着する。
- <工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

• 進展のメカニズム

3. コンクリート内部への浸透・拡散 外観変状無し

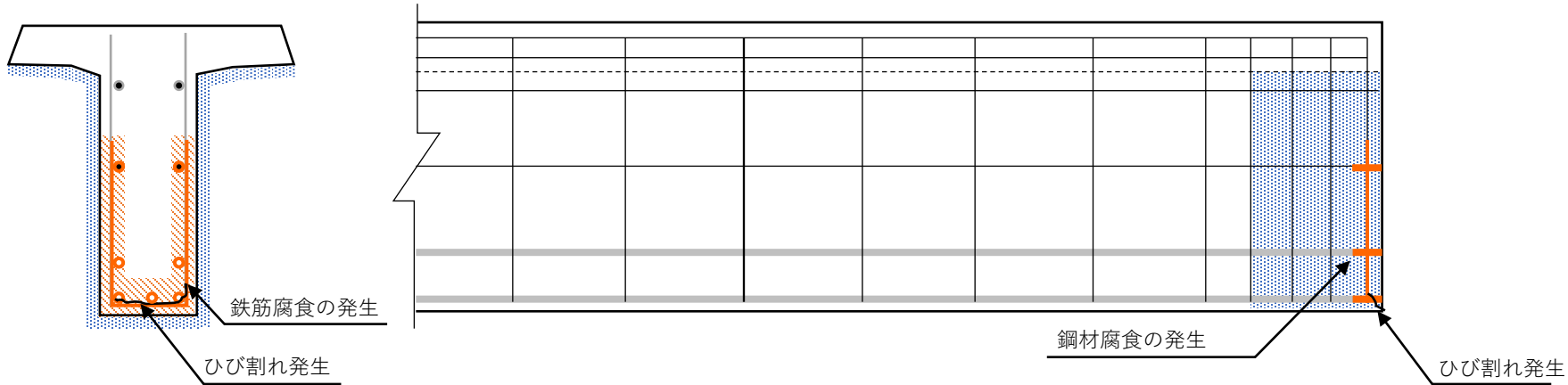


- 塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- 水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。
- 高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- 浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鉄筋の腐食を予防できない場合がある。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸、電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

4. 鋼材腐食の開始 外観変状有り

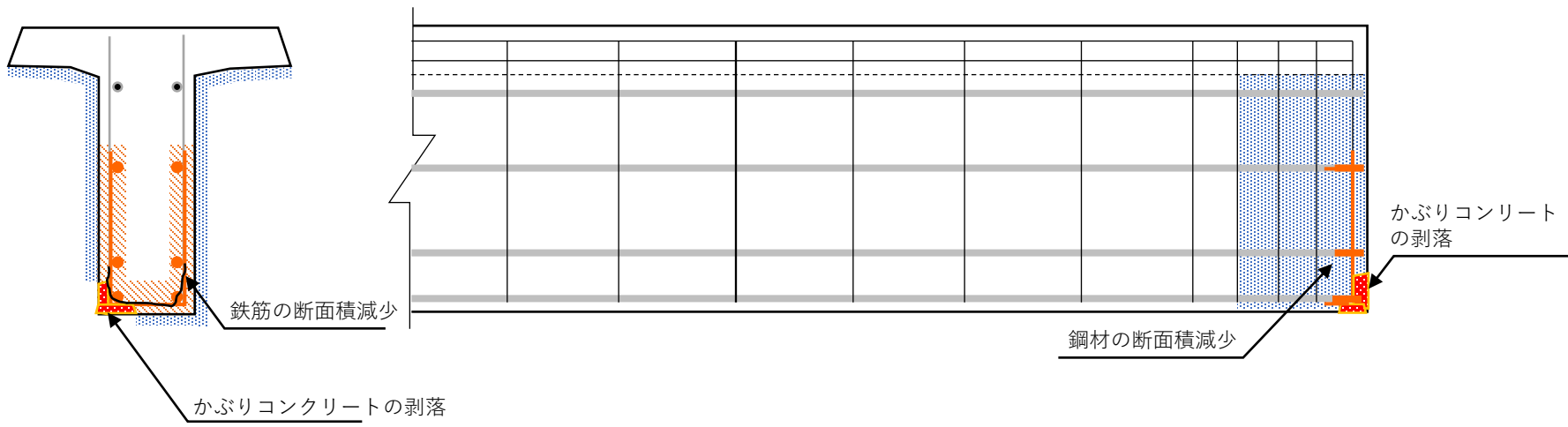


- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鉄筋位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。
- 外側鉄筋位置での塩化物イオン濃度が発錆限界を超過し、表面的な錆が発生する。
- 鉄筋が腐食すると体積が2～4倍に膨張するため、コンクリートに膨張圧が生じることでひび割れが発生する。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆、電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5. 鋼材腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落 外観変状有り

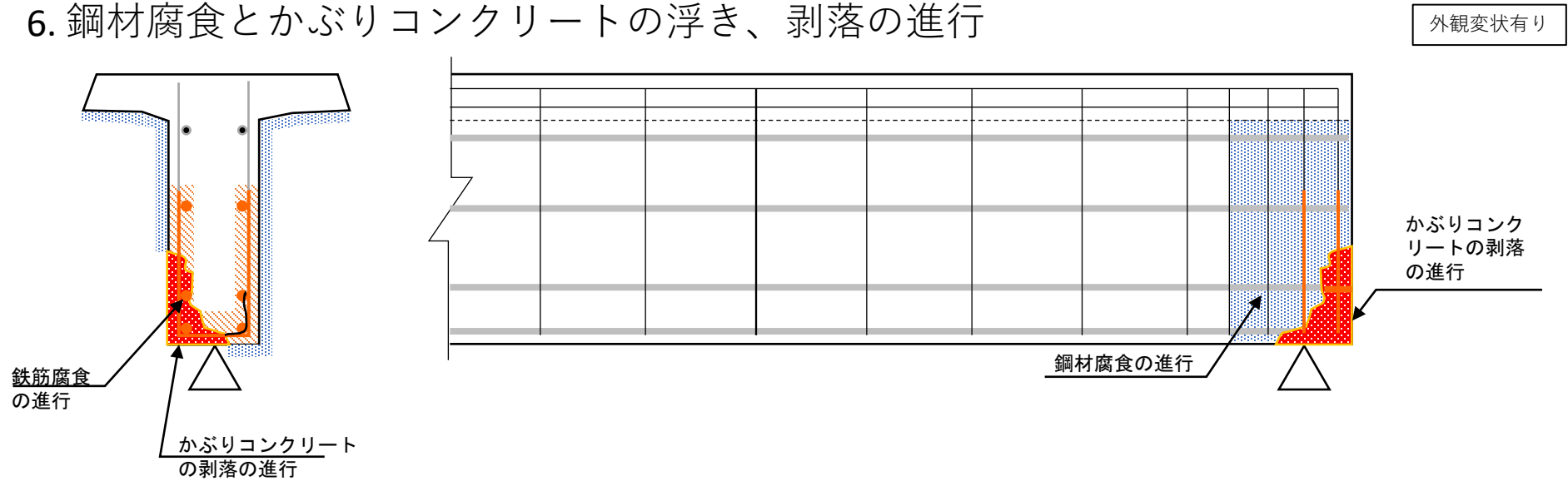


- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆、電気防食

進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

6. 鋼材腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行



- 支承上面までかぶりコンクリートの剥落が進行する。
 - 主桁1本のみ損傷した場合には横桁との一体性により、直ちに鉛直支持機能が損なわれることは少ないが、複数本の主桁が損傷した場合には伸縮装置部に段差が生じる可能性がある。
- <工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、支承仮受け（待受け・ジャッキアップ）、断面修復

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_普通鉄筋を使用（プレテンT桁）】

点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠)※留意事項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定(案)	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.塩化物イオンの供給	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡	—	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡を確認		C1	長寿命化（遮塩）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 表面被覆or含浸 ^{注2}
	2.コンクリート表面への塩分の付着					C1		
	3.コンクリート内部への浸透・拡散	・塩害防止対策の有無（表面被覆、防食鉄筋など）	—	—		C1	延命（遮塩）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 表面被覆or含浸 ^{注2} 電気防食 ^{注5}
外観変状 有り	4.鉄筋腐食の開始	・鉄筋に沿ったコンクリートのひび割れ（錆汁を伴う場合もある）	・はつり調査、コアドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鉄筋に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある）		C2	延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆 ^{注2、注3} 、 電気防食 ^{注5}
	5.鉄筋腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落	・コンクリートの浮き、剥落 ・腐食鉄筋の露出 ・鉄筋の断面積減少	・はつり調査、コアドリル削孔（鉄筋が露出していない場合）	・浮き、剥落の発生 ・腐食鉄筋の露出が発生 ・鉄筋の断面積減少が発生		C2	延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆 ^{注2、注3} 、 電気防食 ^{注5}
	6.鉄筋腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落 ・伸縮装置部の段差有無	—	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落が進行		E1	危機管理	モニタリング、交通規制、支承仮受け（待受け）
							緊急措置（伸縮装置部に段差が発生するなど、通行に支障が生じた場合）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め、支承仮受け（ジャッキアップ）、断面修復 ^{注4}

注1 伸縮・排水装置からの漏水により桁に水が供給されている場合には、橋面防水や表面被覆/含浸などの措置のほかに、伸縮装置・排水装置の改良を行い漏水を防止し、水の供給を防ぐ必要がある。（詳細は伸縮装置・排水装置の診断セットを参照）

注2 桁端部の施工（表面被覆、含浸、部分打替え・鉄筋防錆）は狭隘な空間での施工となる。端横桁高さが大きく橋座面付近までである場合（右写真参照）などでは施工は困難であり、また損傷自体確認することも難しい。桁端部へのアクセスが困難な場合については、現時点では有効な工法は開発されていないため個別検討とする。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え・鉄筋防錆実施後は必要に応じて断面修復を実施する。なお、マクロセル腐食対策として犠牲陽極材を設置するなど、再劣化とならないよう留意する必要がある。

注4 断面修復時に、支承が損傷している場合には支承も修繕する。

注5 プレテンは鋼材本数が多く、電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_普通鉄筋を使用（プレテンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か(塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・など)
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

<診断上の留意点>

- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 凍結防止剤の散布有無
- 伸縮・排水装置からの漏水有無、漏水跡の有無
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鉄筋位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

詳細調査

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

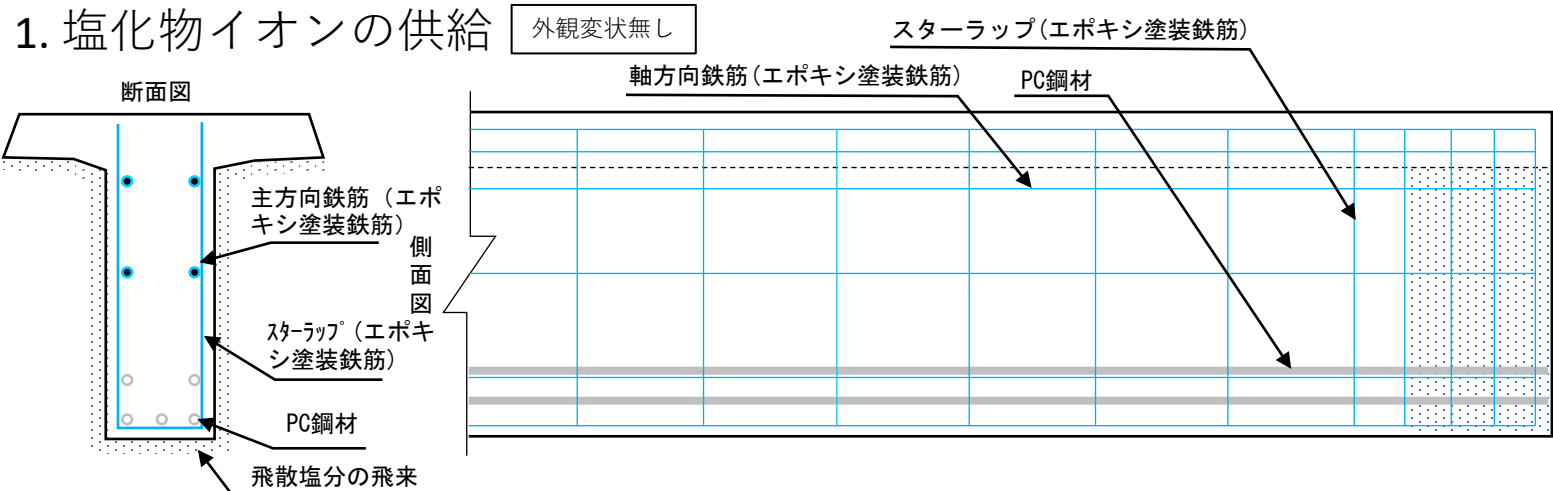
青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

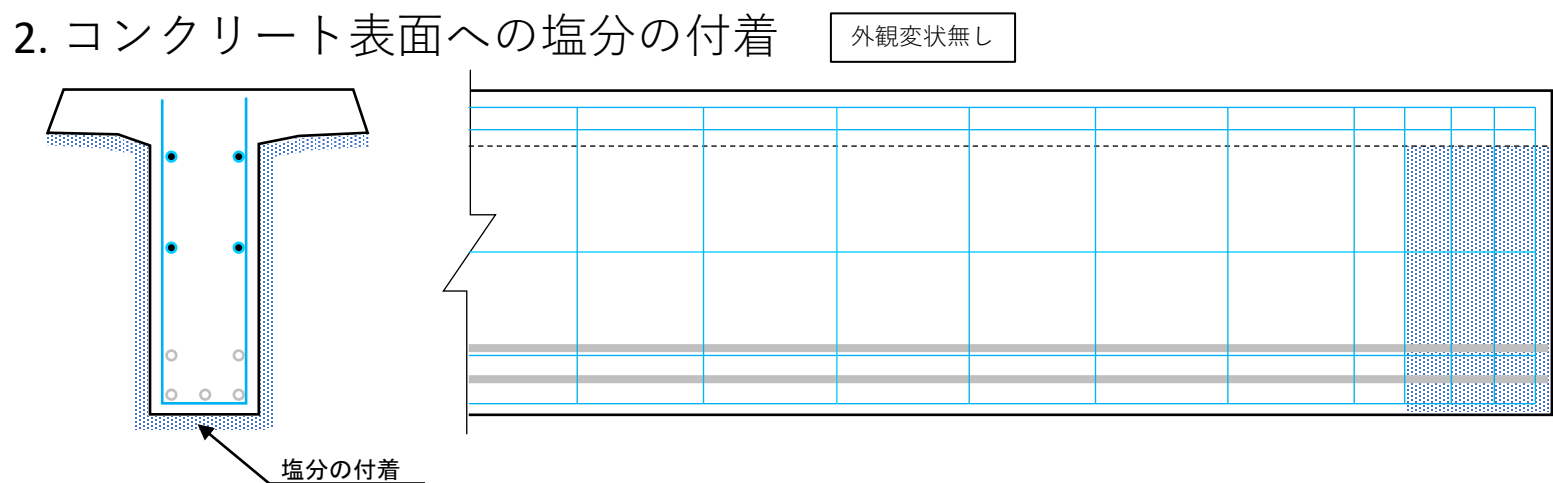
1. 塩化物イオンの供給



- 塩化物イオンを含む凍結防止剤(融雪剤) 散布より、建設後に浸入する。
- 橋面に滞水した凍結防止剤を含む水は、伸縮・排水装置の損傷等に伴う漏水により桁端部に供給される。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

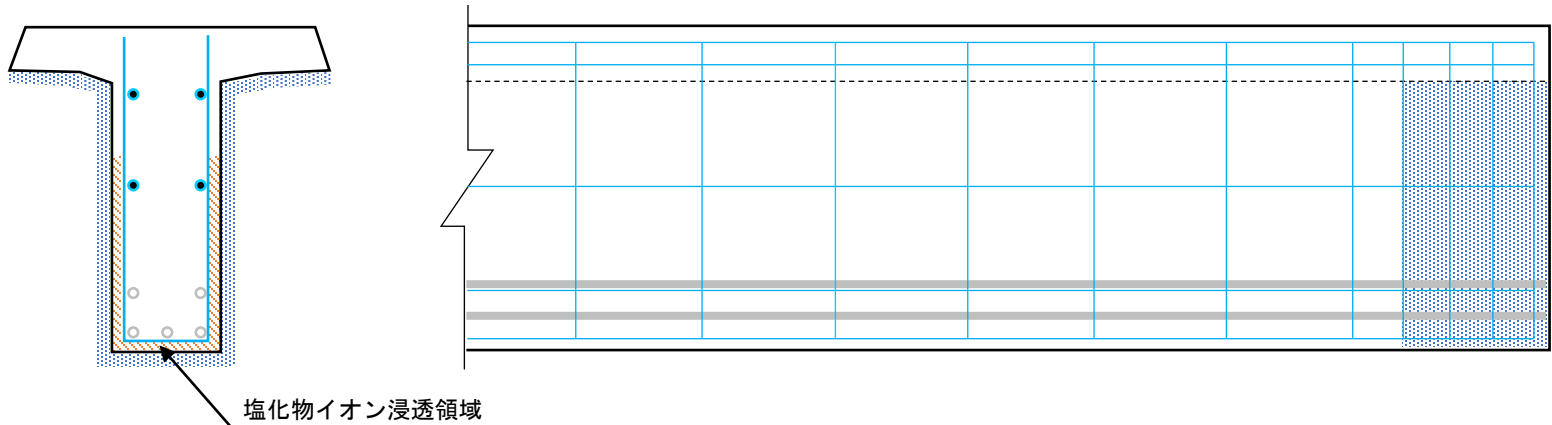
2. コンクリート表面への塩分の付着



- コンクリート表面に飛散塩分が付着する。
- <工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

• 進展のメカニズム

3. コンクリート内部への浸透・拡散 外観変状無し

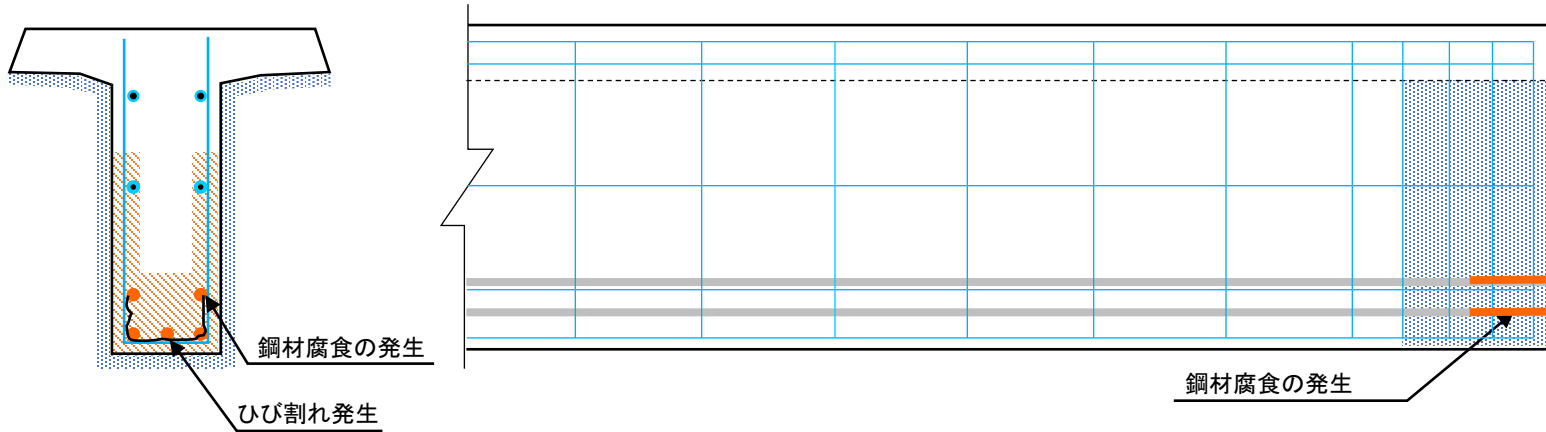


- 塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- 水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。
- 高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- 浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鉄筋の腐食を予防できない場合がある。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸、電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

4. PC鋼材の腐食の開始 外観変状有り



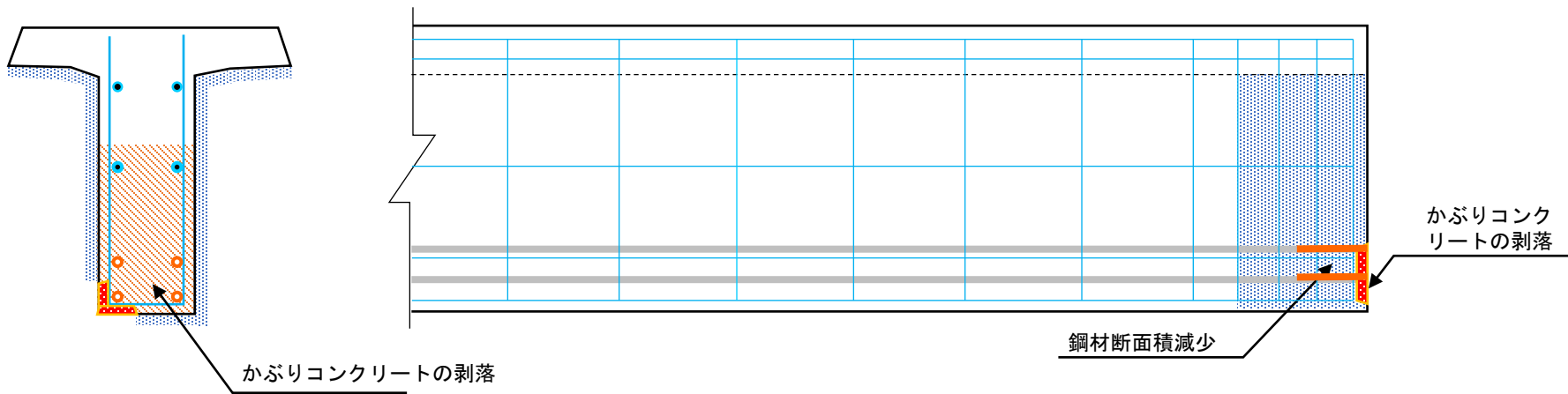
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、 支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆、 電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5. PC鋼材の腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落

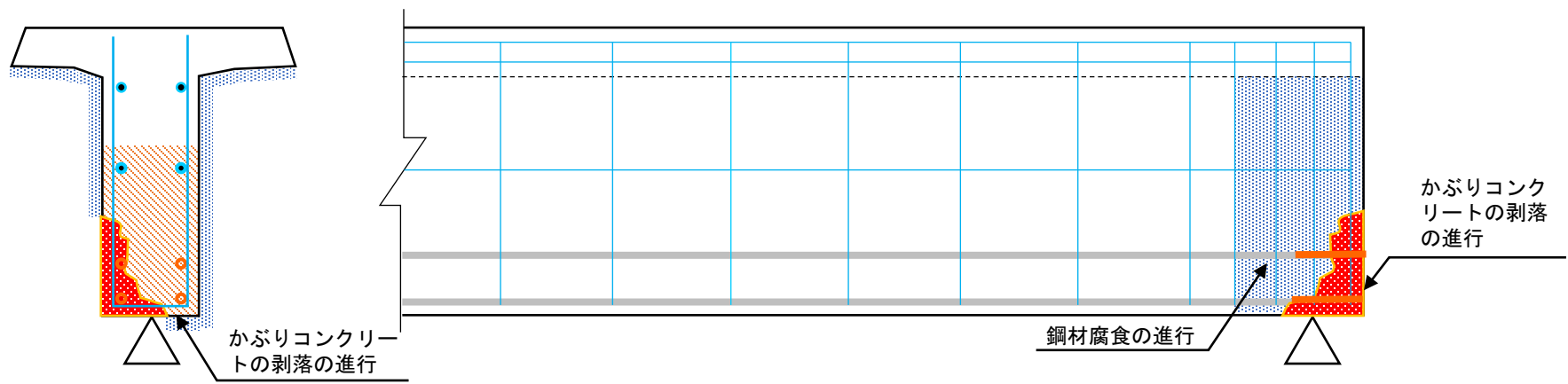
外観変状有り



- 鋼材腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
 - ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。
 - コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
 - 桁下条件によっては第三者被害が発生する。
- <工法例> 伸縮・排水装置の改良、 支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆、 電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

6. PC鋼材の腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行 外観変状有り



- 支承上面のかぶりコンクリートの剥落が進行する。
- PC鋼材の破断が生じる可能性がある。
- <工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、支承仮受け（待受け・ジャッキアップ）、断面修復

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（プレテンT桁）】

点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠)※留意事項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定(案)	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.塩化物イオンの供給	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡	—	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡を確認		C1	長寿命化（遮塩）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注2}
	2.コンクリート表面への塩分の付着					C1		
	3.コンクリート内部への浸透・拡散	・塩害防止対策の有無（表面被覆など）	—	—		C1	延命（遮塩）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注2} 、電気防食 ^{注3}
外観変状 有り	4. PC鋼材の腐食の開始	・PC鋼材定着部周りのひび割れ（錆汁を伴う場合もある）	・はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鋼材に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある）		C2	延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆 ^{注2、注3} 、 電気防食 ^{注5}
	5.PC鋼材の腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落	・コンクリートの浮き、剥落 ・鋼材の断面積減少	・はつり調査、コア・ドリル削孔（鉄筋が露出していない場合）	・浮き、剥落の発生 ・鋼材の断面積減少が発生		C2	延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、 支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆 ^{注2、注3} 、 電気防食 ^{注5}
	6.PC鋼材の腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落	—	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落が進行		E1	危機管理	モニタリング、交通規制、支承仮受け（待受け）
							緊急措置（伸縮装置部に段差が発生するなど、通行に支障が生じた場合）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め、支承仮受け（ジャッキアップ）、断面修復 ^{注4}

注1 伸縮・排水装置からの漏水により桁に水が供給されている場合には、橋面防水や表面被覆/含浸などの措置のほかに、伸縮装置・排水装置の改良を行い漏水を防止し、水の供給を防ぐ必要がある。（詳細は伸縮装置・排水装置の診断セットを参照）

注2 桁端部の施工（表面被覆、含浸、部分打替え・鉄筋防錆）は狭隘な空間での施工となる。端横桁高さが大きく橋座面付近までである場合（右写真参照）などでは施工は困難であり、また損傷自体確認することも難しい。桁端部へのアクセスが困難な場合については、現時点では有効な工法は開発されていないため個別検討とする。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え実施後は必要に応じて断面修復を実施する。なお、マクロセル腐食対策として犠牲陽極材を設置するなど、再劣化とならないよう留意する必要がある。

注4 断面修復時に、支承が損傷している場合には支承も修繕する。

注5 プレテンは鋼材本数が多く、電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆^{or}含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（プレテンT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か（塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・・など）
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに107判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

<診断上の留意点>

- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 凍結防止剤の散布有無
- 伸縮・排水装置からの漏水有無、漏水跡の有無
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鉄筋位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況



- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

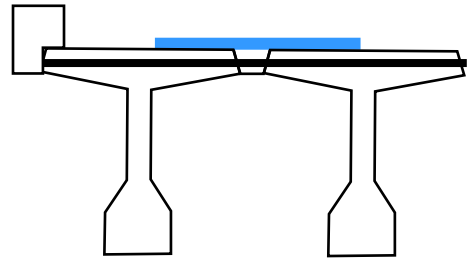
<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

• 進展のメカニズム

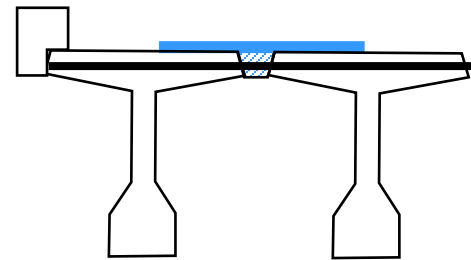
1. 舗装下の滞水 外観変状無し

< プレテンT桁橋 >



- 舗装下に滞水
 - 凍結防止剤散布地域は、塩化物イオンを含んだ水が滞水
- < 工法例 > 橋面防水

2. 間詰めコンクリート内への水の浸入



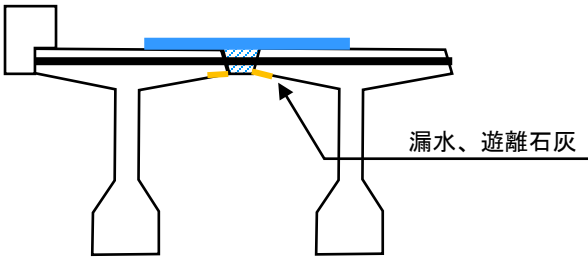
- 間詰めコンクリートの中に水が浸入
 - 凍結防止剤散布地域は、塩化物イオンを含んだ水が浸入
 - 架設年代が、橋面防水が義務化された2002年以前の場合には特に留意が必要
- < 工法例 > 橋面防水

※鋼管シース & 普通PC鋼材の場合

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

3.間詰めコンクリートが湿潤状態

外観変状有り

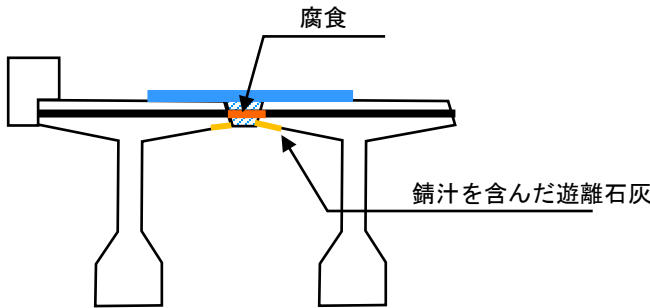


- 間詰コンクリートが湿潤状態となり、横締めPC鋼材が腐食しやすい環境となる。
- 間詰部や横桁打ち継ぎ部から漏水や遊離石灰が発生。

<工法例> 橋面防水

4.間詰めコンクリート内のシース、横締めPC鋼材の腐食

外観変状有り



- シース内のグラウト充填不足箇所があると、鋼製シース、PC鋼材の不動態皮膜が形成されず、腐食する。
- 間詰部や横桁打ち継ぎ部から錆汁を含んだ遊離石灰が発生。

<工法例> 橋面防水、突出防止工

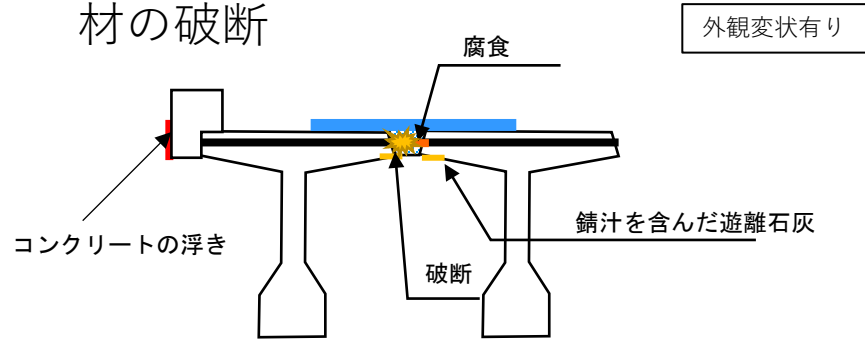
※鋼管シース & 普通PC鋼材の場合

2.3 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による床版横締めPC鋼材の抜け出し【プレテンT桁】

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

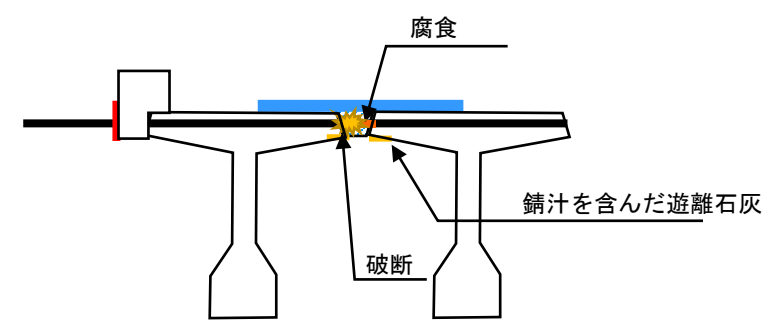
5.横締めPC鋼材の破断、抜け出し

5.1間詰めコンクリート内の横締めPC鋼材の破断



- 横締めPC鋼材位置の側面コンクリートの浮きやひび割れが発生
- <工法例> 橋面防水、突出防止工、抜け出した横締めPC鋼材に対する対策は個別検討

5.2横締めPC鋼材の抜け出し



- 横締めPC鋼材が抜け出す。
- グラウトが未充填の場合、横締めPC鋼材が破断したときに抜け出しやすい。
- 第三者被害の可能性。
- S46以前のT桁では 上フランジ側面が鉛直となっているため、間詰め床版の抜け落ちが発生する可能性がある。
- <工法例> 間詰め部抜け落ち対策、抜け出した横締めPC鋼材に対する対策は個別検討

※鋼管シース & 普通PC鋼材の場合

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による床版横締めPC鋼材の抜け出し（プレテンT桁）】

点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

メカニズム	点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事 項は次々頁参照	追加情報	対策 区分 判定 (案)	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.舗装下の滞水	—	・電磁波レーダー (共研の研究成 果の利用)	・舗装下の滞水	C1	長寿命化（遮 水）	橋面防水
	2.間詰めコンクリートへの水の浸入	—	—	—	C1		
外観変状 有り	3.間詰めコンクリートが湿潤状態	・間詰め部からの漏水跡、遊離石灰	—	・間詰め部から漏水跡、遊離石灰が発生	C1		
	4.間詰めコンクリート内のシース、横締めPC鋼材の腐食	・間詰め部から錆汁を含んだ遊離石灰 ^{注1}	—	・間詰め部から錆汁を含んだ遊離石灰が発生 ^{注1}	C2	延命化（応急措置）	橋面防水、 突出防止の鉄板等設置
	5.1間詰めコンクリート内の横締めPC鋼材の破断	・桁側面の定着部の異常（コンクリートの浮き、ひび割れ）	—	・桁側面の定着部に異常が発生（コンクリートの浮き、ひび割れ）	C2		
				・間詰め部からの著しい錆汁 ・間詰め床版と主桁の縁切れ	E1		
	5.2横締めPC鋼材の抜け出し	・桁側面の定着部の異常、横締めPC鋼材の抜け出し、間詰め床版の抜け落ち	—	・桁側面の定着部の異常、横締めPC鋼材の抜け出し、間詰め床版の抜け落ちが発生	E1	危機管理	間詰め部抜け落ち対策 ^{注2} 、 抜け出した横締めPC鋼材に対する対策は個別検討 ^{注3}

- 注1 錆汁の発生有無は横締め鋼材配置箇所に着目するのがよい。なお、PC橋の構造形式により、横締め位置が異なることに留意する必要がある。※構造形式ごとの横締め鋼材位置については右表参照（「橋梁定期点検要領、H31.3、国交省」をもとに作成）
- 注2 間詰め部抜け落ち対策としては、リブ付きの鋼板プレートによる補強などがある。
- 注3 床版横締めの場合には、設置本数が多いため数本程度の抜け出しであれば直ちに構造安全性が損なわれる可能性は少ない。
- 注4 当該橋の周辺状況に応じて、第三者被害の防止の観点から適切な安全対策を講じること

横締め位置

構造形式		横締め定着部	
		横桁	床版
プレテン	I桁床版橋	●	—
	中空床版橋	●	—
	T桁橋	●	●
ポステン	T桁橋	●	●

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による床版横締めPC鋼材の抜け出し（プレテンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

2.3 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による床版横締めPC鋼材の抜け出し【プレテンT桁】

<診断上の留意点>

- グラウトが未充填の場合、横締めPC鋼材が破断したときに抜け出しやすい。
- 当該部は抜け出しの危険性があることを踏まえ近接目視はしない
- 橋面の水とともに凍結防止剤に含まれる塩化物イオンが浸入し、腐食が促進される場合がある。
- シース内のグラウト充填不足箇所があると、鋼製シース、PC鋼材の不動態皮膜が形成されず、腐食する。
- 幅員が広い橋梁※でPC鋼棒が使用されている場合には、PC鋼棒にカプラーが設けられるため、グラウト充填不良が生じている可能性がある。（※PC鋼棒の定尺長8mが目安）

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 舗装の変状
- 間詰部からの漏水、遊離石灰、錆汁
- 定着部の浮き、ひび割れ

- 舗装下の滞水
- 横締めPC鋼材腐食
- 横締めPC鋼材の破断
- 横締めのグラウト充填状況

詳細調査

- 電磁波レーダー（共研の研究成果の利用）
- 削孔＋内視鏡やファイバースコープによる調査
- 衝撃弾性波試験

青字：近接目視で確認可能 赤枠：詳細調査で確認

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 橋面防水の有無（橋面防水義務化：2002年）
- 傾斜や排水枡の設置状況により水の集中する部分がないか
- 凍結防止剤の散布の有無、種類、散布量
- 横締めの使用材料（鋼棒）※PC鋼線、PC鋼より線の場合には破断による突出の可能性は低い
- シースの材質

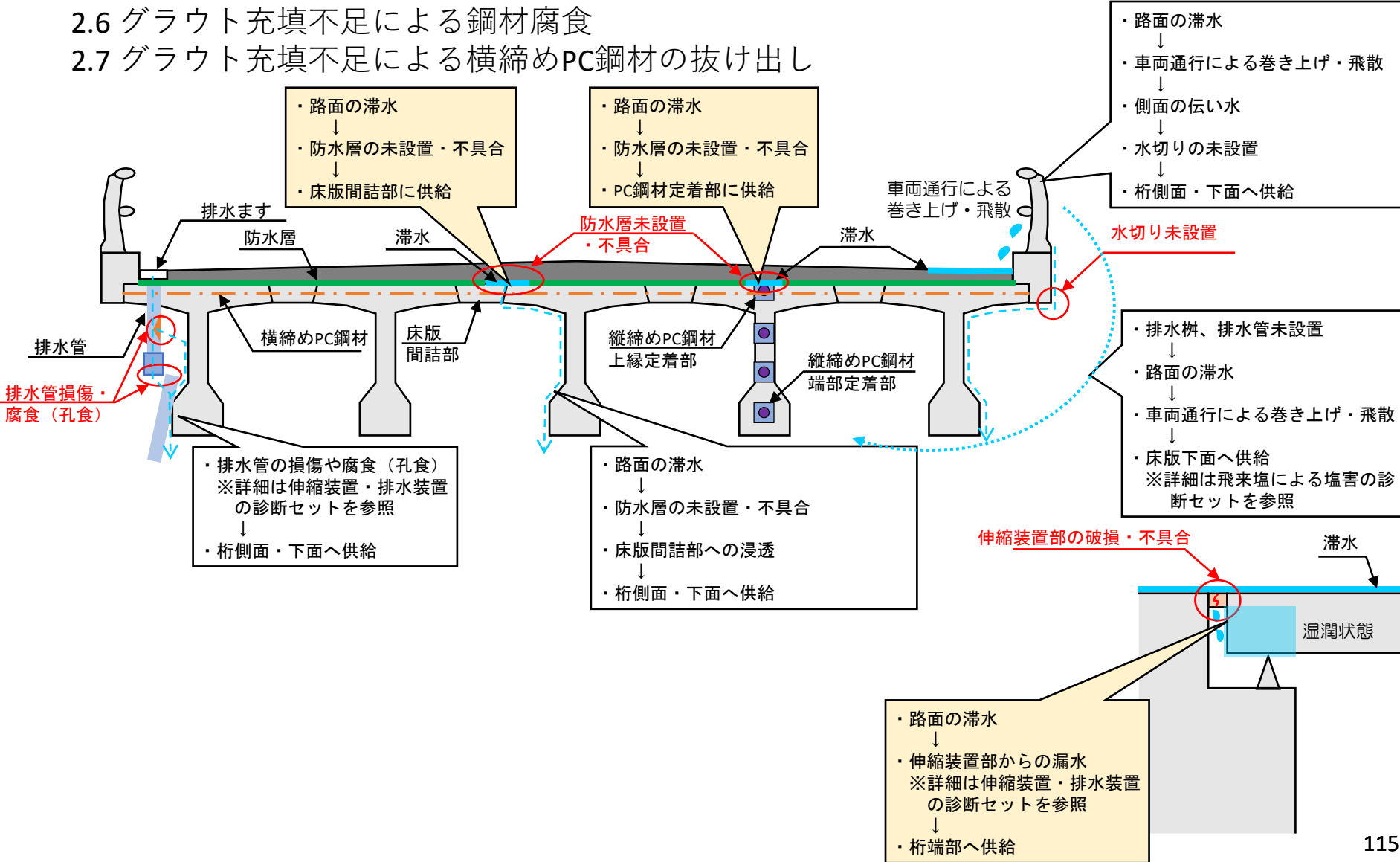
<凍結防止剤散布による塩化物イオンの供給経路>

➤ 本診断セットでは、凍結防止剤に起因して生じる代表的な損傷として以下の3つに着目する。

2.4,2.5 伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷（普通鉄筋、エポキシ樹脂塗装鉄筋）

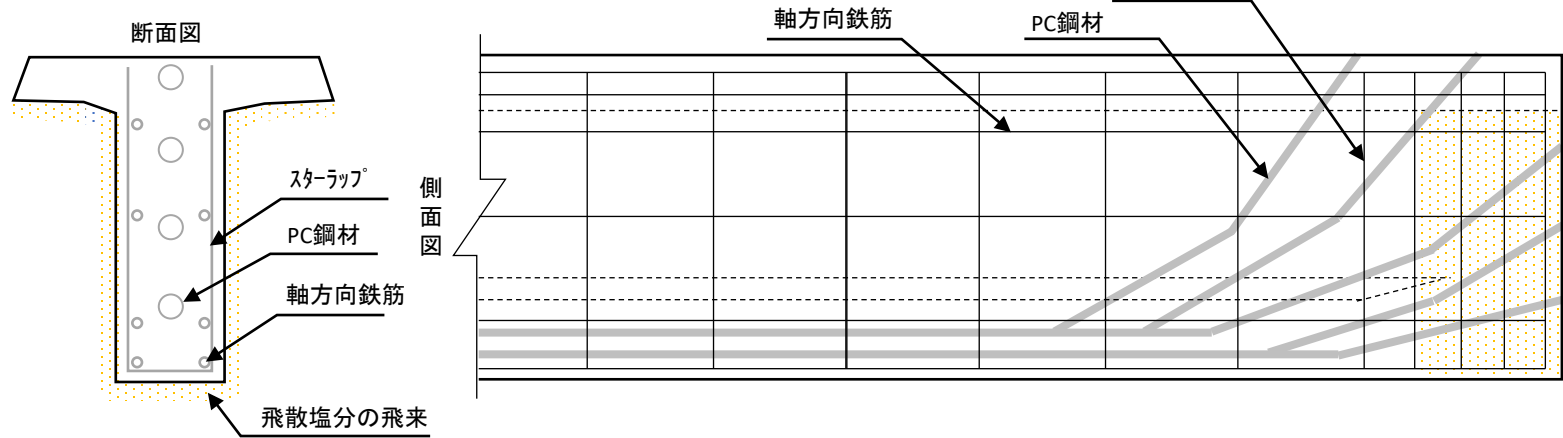
2.6 グラウト充填不足による鋼材腐食

2.7 グラウト充填不足による横締めPC鋼材の抜け出し



・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

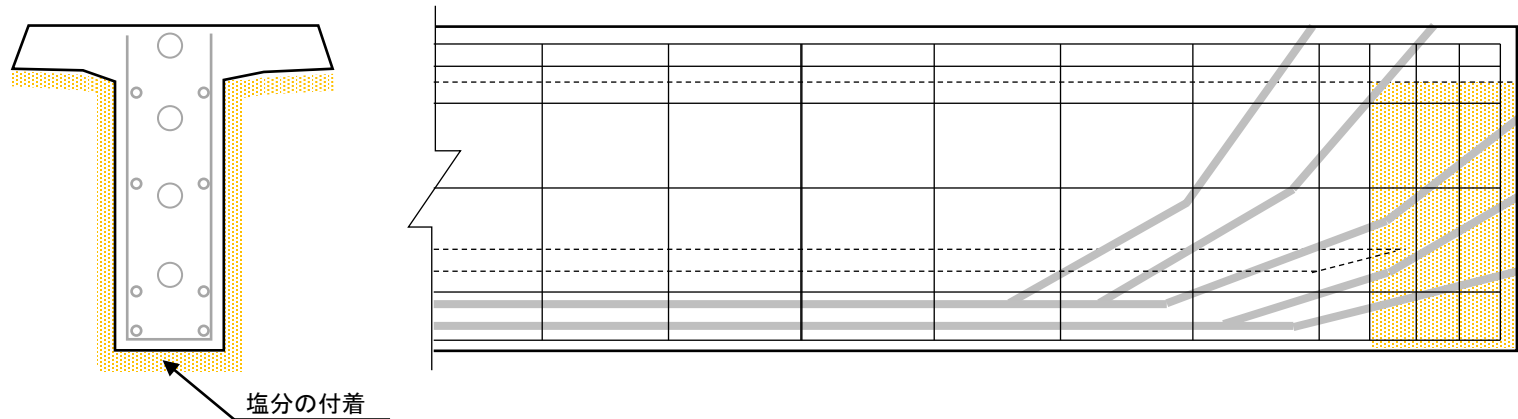
1. 塩化物イオンの供給 外観変状無し



- ・塩化物イオンを含む凍結防止剤(融雪剤) 散布より、建設後に浸入する。
- ・橋面に滞水した凍結防止剤を含む水は、伸縮・排水装置の損傷等に伴う漏水により桁端部に供給される。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

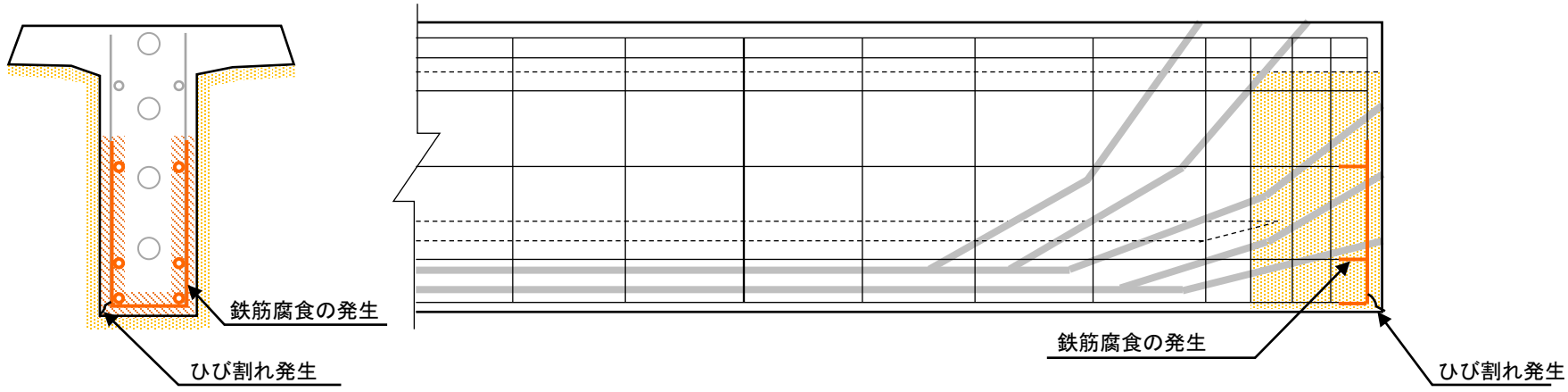
2. コンクリート表面への塩分の付着 外観変状無し



- ・コンクリート表面に飛散塩分が付着する。
- <工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

4. 鉄筋腐食の開始 外観変状有り

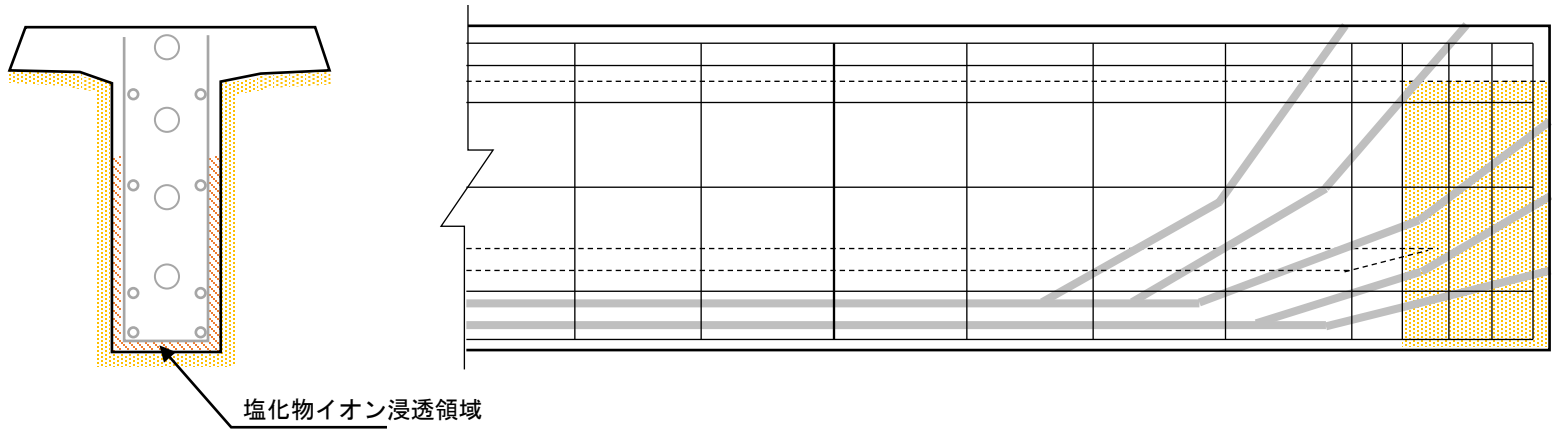


- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鉄筋位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。
- 外側鉄筋位置での塩化物イオン濃度が発錆限界を超過し、表面的な錆が発生する。
- 鉄筋が腐食すると体積が2～4倍に膨張するため、コンクリートに膨張圧が生じることでひび割れが発生する。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆、電気防食

• 進展のメカニズム

3. コンクリート内部への浸透・拡散 外観変状無し

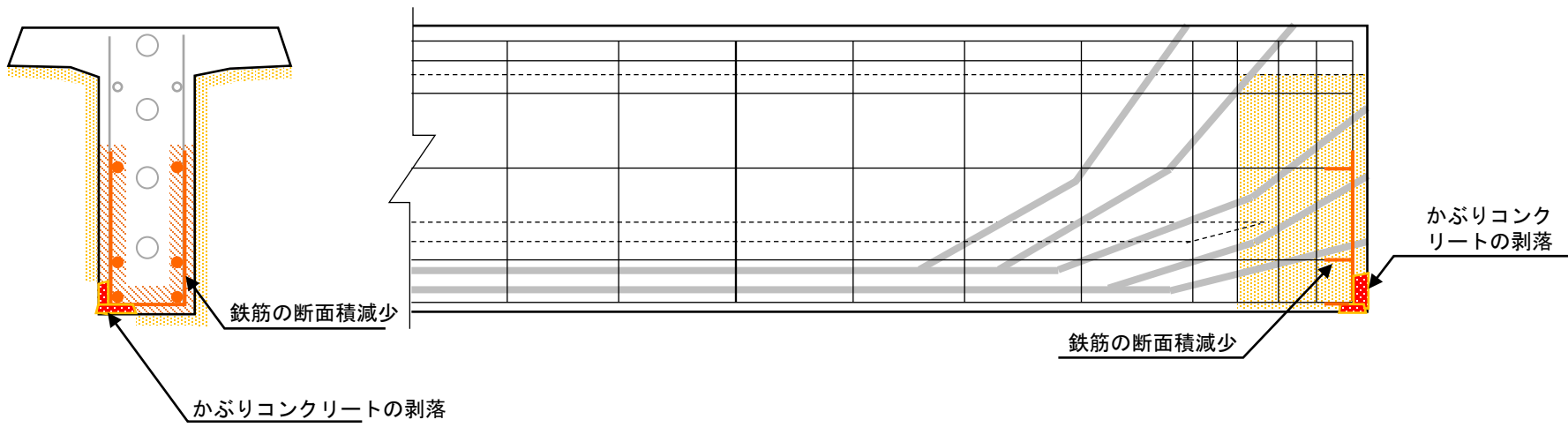


- 塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- 中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- 水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。一方、水セメント比が大きいコンクリートは浸入速度が速い。
- 高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- 浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鉄筋の腐食を予防できない場合がある。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸、電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5. 鉄筋腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落 外観変状有り



- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
 - ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。
 - コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
 - 桁下条件によっては第三者被害が発生する。
- ＜工法例＞伸縮・排水装置の改良、支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆、電気防食

・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

6. 鉄筋腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行



- ・ 支承上面までかぶりコンクリートの剥落が進行する。
 - ・ 主桁1本のみ損傷した場合には横桁との一体性により、直ちに鉛直支持機能が損なわれることは少ないが、複数本の主桁が損傷した場合には伸縮装置部に段差が生じる可能性がある。
- <工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、支承仮受け（待受け・ジャッキアップ）、断面修復

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_普通鉄筋を使用（ポスメント桁）】

点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

メカニズム		点検における着目点 （定期点検）	診断に必須な詳細調査	診断の決め手となる情報 （措置方針の判断根拠） ※留意事項は次々頁参照	追加情報	対策区分判定 （案）	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.塩化物イオンの供給	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡	—	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡を確認		C1	長寿命化（遮塩）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注2}
	2.コンクリート表面への塩分の付着							
	3.コンクリート内部への浸透・拡散	・塩害防止対策の有無（表面被覆、防食鉄筋など）	—	—			延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注2} 、電気防食
外観変状 有り	4.鉄筋腐食の開始	・鉄筋に沿ったコンクリートのひび割れ（錆汁を伴う場合もある）	・はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鉄筋に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある）		C2	延命（鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、支承機能維持のための断面補修鉄筋防錆 ^{注2、注3} 、電気防食 ^{注5}
	5.鉄筋腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落	・コンクリートの浮き、剥落 ・腐食鉄筋の露出 ・鉄筋の断面積減少	・はつり調査、コア・ドリル削孔（鉄筋が露出していない場合）	・浮き、剥落の発生 ・腐食鉄筋の露出が発生 ・鉄筋の断面積減少が発生		C2	延命（補強）	支伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆 ^{注2、注3} 、電気防食 ^{注5}
	6.鉄筋腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落 ・伸縮装置部の段差有無	—	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落が進行	—	E1	危機管理	モニタリング、交通規制、支承仮受け（待受け）
					—		緊急措置（伸縮装置部に段差が発生するなど、通行に支障が生じた場合）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め、支承仮受け（ジャッキアップ）、断面修復 ^{注4}

注1 伸縮・排水装置からの漏水により桁に水が供給されている場合には、橋面防水や表面被覆/含浸などの措置のほかに、伸縮装置・排水装置の改良を行い漏水を防止し、水の供給を防ぐ必要がある。（詳細は伸縮装置・排水装置の診断セットを参照）

注2 桁端部の施工（表面被覆、含浸、部分打替え・鉄筋防錆）は狭隘な空間での施工となる。端横桁高さが大きく橋座面付近までである場合（右写真参照）などでは施工は困難であり、また損傷自体確認することも難しい。桁端部へのアクセスが困難な場合については、現時点では有効な工法は開発されていないため個別検討とする。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え・鉄筋防錆実施後は必要に応じて断面修復を実施する。なお、マクロセル腐食対策として犠牲陽極材を設置するなど、再劣化とならないよう留意する必要がある。

注4 断面修復時に、支承が損傷している場合には支承も修繕する。

注5 電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆^{or}含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_普通鉄筋を使用（ポステンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

<診断上の留意点>

- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速く、高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<前々頁『点検、診断の着目点と措置の方針』に記載の出典>

※1 コンクリート橋・複合橋保全マニュアル、2018、P.48,58、プレストレストコンクリート工学会

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 凍結防止剤の散布有無
- 伸縮・排水装置からの漏水有無、漏水跡の有無
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査
詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ (鉄筋位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況



- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

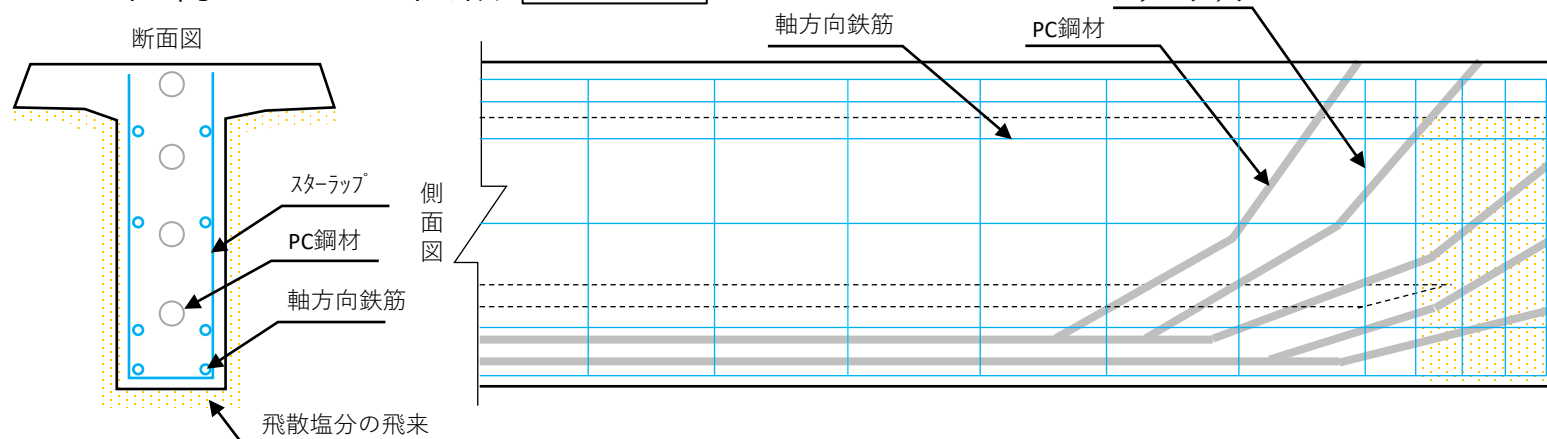
<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

1. 塩化物イオンの供給

外観変状無し

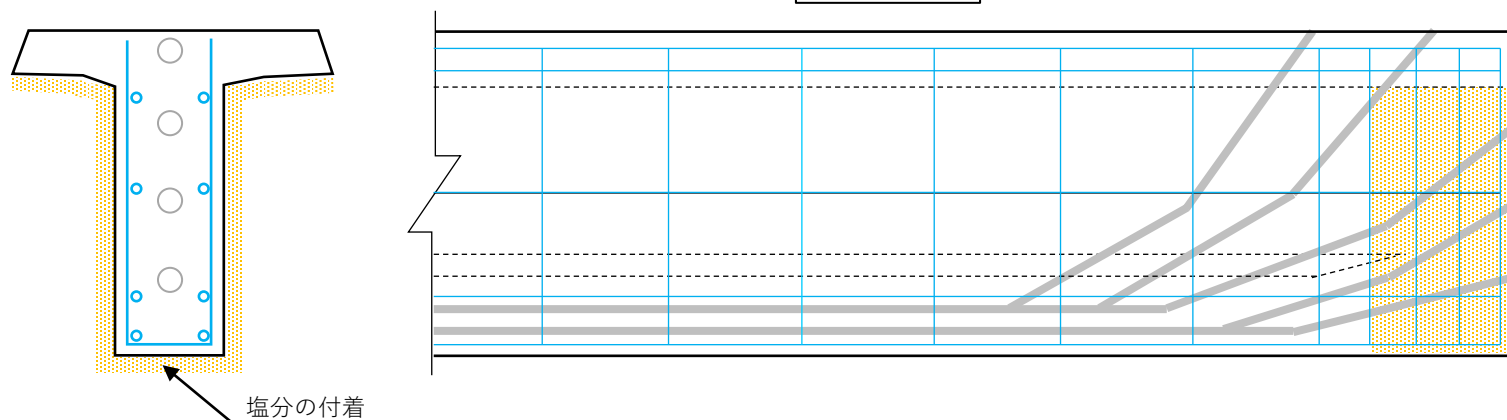


- 塩化物イオンを含む凍結防止剤(融雪剤) 散布より、建設後に浸入する。
- 橋面に滞水した凍結防止剤を含む水は、伸縮・排水装置の損傷等に伴う漏水により桁端部に供給される。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

2. コンクリート表面への塩分の付着

外観変状無し

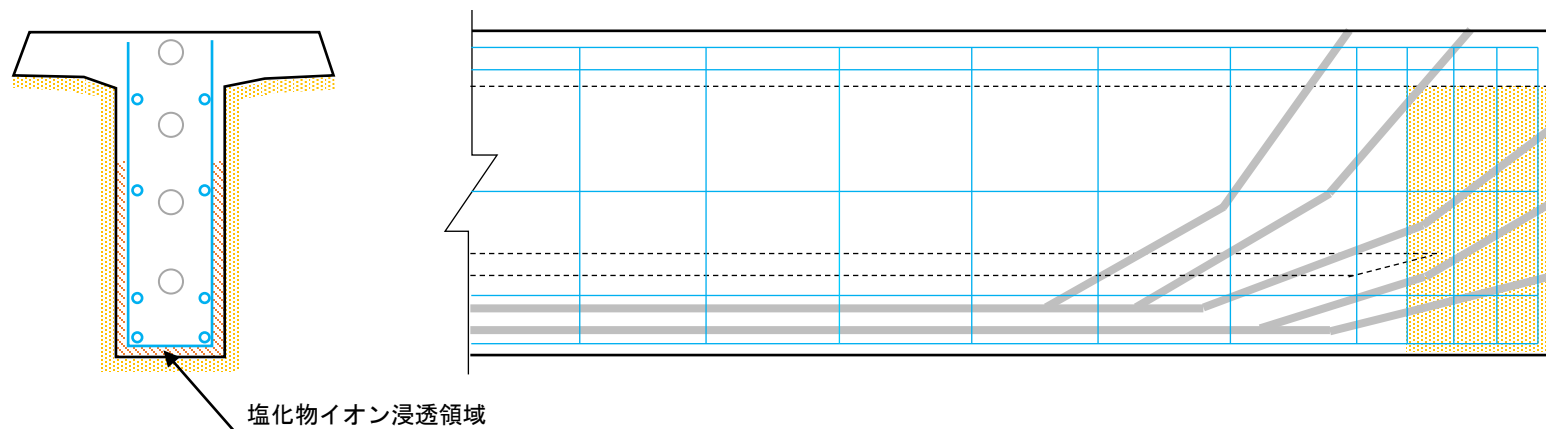


- コンクリート表面に飛散塩分が付着する。
- <工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

• 進展のメカニズム

3. コンクリート内部への浸透・拡散

外観変状無し



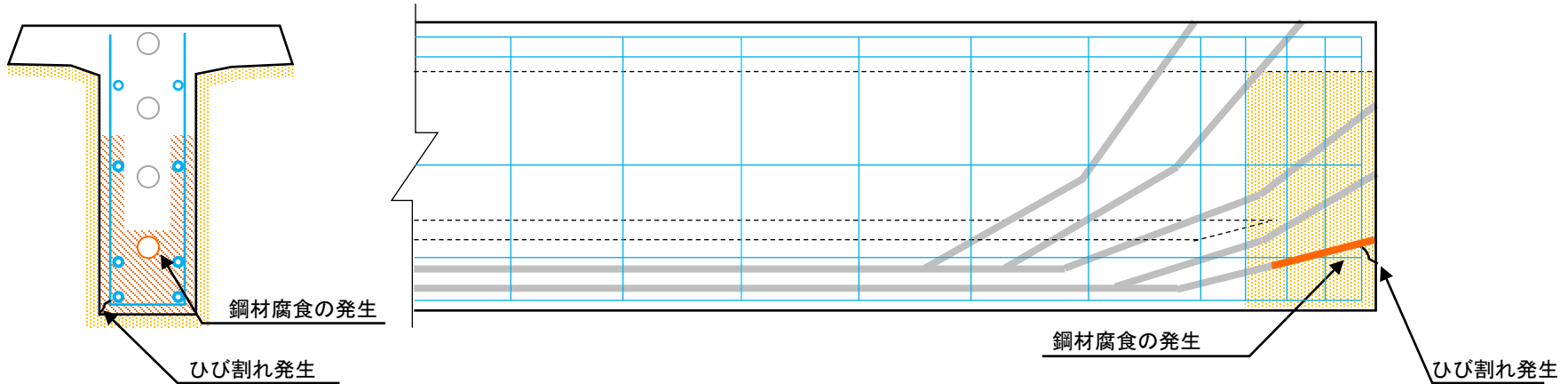
- 塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- 中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- 水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。一方、水セメント比が大きいコンクリートは浸入速度が速い。
- 高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- 浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鉄筋の腐食を予防できない場合がある。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸、電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

4. 鋼材腐食の開始

外観変状有り



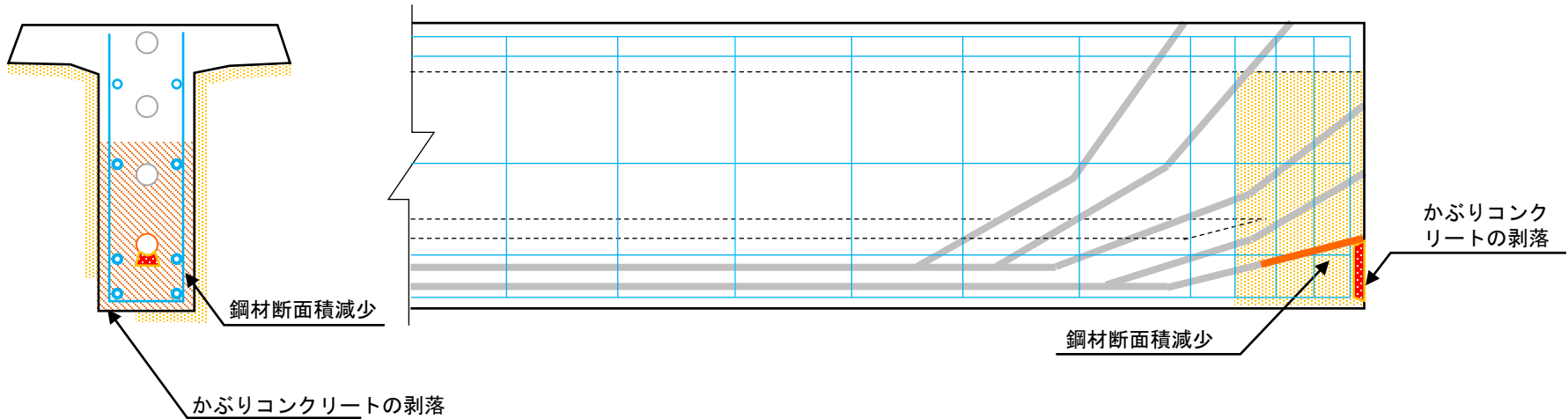
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、支承機能維持のための断面補修、電気防食

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5. 鋼材腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落

外観変状有り



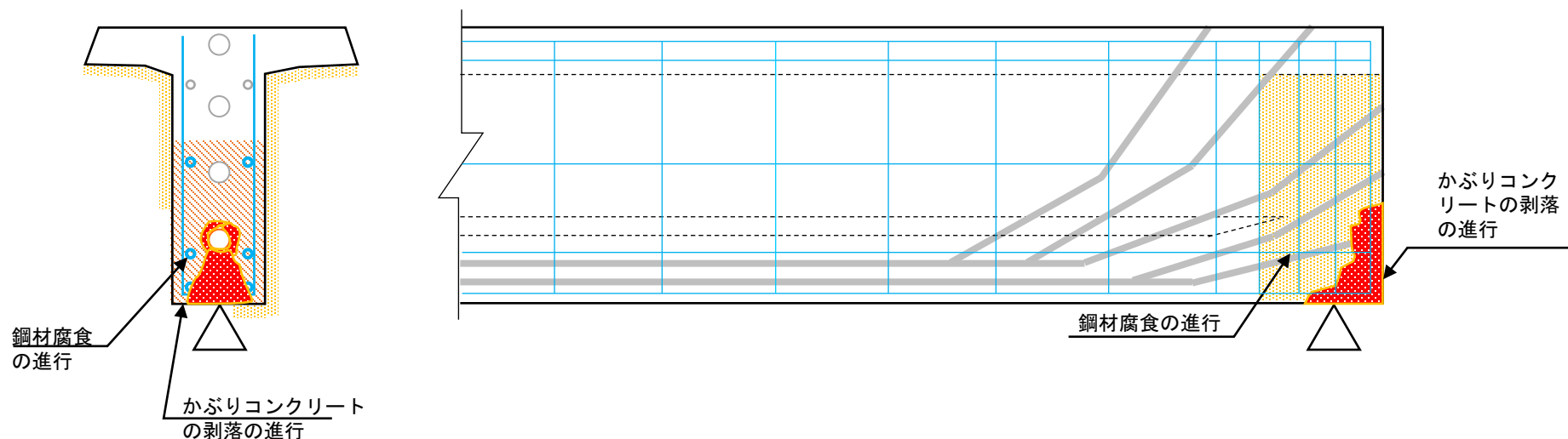
- 鋼材腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鋼材露出が発生する。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、支承機能維持のための断面補修、電気防食

・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

6. 鋼材腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行

外観変状有り



- ・ 支承上面のかぶりコンクリートの剥落が進行する。
- ・ 主桁1本のみ損傷した場合には横桁との一体性により、直ちに鉛直支持機能が損なわれることは少ないが、複数本の主桁が損傷した場合には伸縮装置部に段差が生じる可能性がある。

<工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、支承仮受け（待受け・ジャッキアップ）、断面修復

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（ポステンT桁）】

点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

メカニズム		点検における着目点 （定期点検）	診断に必須な詳細調査	診断の決め手となる情報 （措置方針の判断根拠） ※留意事項は次々頁参照	追加情報	対策区分判定 （案）	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.塩化物イオンの供給	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡	—	・伸縮・排水装置からの漏水 ・漏水跡を確認		C1	長寿命化（遮塩）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注2}
	2.コンクリート表面への塩分の付着							
	3.コンクリート内部への浸透・拡散	・塩害防止対策の有無（表面被覆、防食鉄筋など）	—	—			延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注2} 、電気防食
外観変状 有り	4.鋼材腐食の開始	・鉄筋に沿ったコンクリートのひび割れ（錆汁を伴う場合もある）	・はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鉄筋に沿ったひび割れが発生（錆汁を伴う場合もある）		C2	延命（鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆 ^{注2、注3、電気防食^{注5}}
	5.鋼材腐食（断面減少有り）とかぶりコンクリートの浮き、剥落	・コンクリートの浮き、剥落 ・鋼材の断面積減少	・はつり調査、コア・ドリル削孔（鉄筋が露出していない場合）	・浮き、剥落の発生 ・鋼材の断面積減少が発生		C2	延命（補強）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 、支承機能維持のための断面補修・鉄筋防錆 ^{注2、注3、電気防食^{注5}}
	6.鋼材腐食とかぶりコンクリートの浮き、剥落の進行	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落 ・伸縮装置部の段差有無	—	・支承上面までかぶりコンクリートの剥落が進行	—	E1	危機管理	モニタリング、交通規制、支承仮受け（待受け）
					—		緊急措置（伸縮装置部に段差が発生するなど、通行に支障が生じた場合）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め、支承仮受け（ジャッキアップ）、断面修復 ^{注4}

注1 伸縮・排水装置からの漏水により桁に水が供給されている場合には、橋面防水や表面被覆/含浸などの措置のほかに、伸縮装置・排水装置の改良を行い漏水を防止し、水の供給を防ぐ必要がある。（詳細は伸縮装置・排水装置の診断セットを参照）

注2 桁端部の施工（表面被覆、含浸、部分打替え・鉄筋防錆）は狭隘な空間での施工となる。端横桁高さが大きく橋座面付近までである場合（右写真参照）などでは施工は困難であり、また損傷自体確認することも難しい。桁端部へのアクセスが困難な場合については、現時点では有効な工法は開発されていないため個別検討とする。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え実施後は必要に応じて断面修復を実施する。なお、マクロセル腐食対策として犠牲陽極材を設置するなど、再劣化とならないよう留意する必要がある。

注4 断面修復時に、支承が損傷している場合には支承も修繕する。

注5 電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆^{or}含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷_エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用（ポステンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

<診断上の留意点>

- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速く、高炉セメントなどの混合セメントは遅い傾向にある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<前々頁『点検、診断の着目点と措置の方針』に記載の出典>

※1 コンクリート橋・複合橋保全マニュアル、2018、P.48,58、プレストレストコンクリート工学会

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 凍結防止剤の散布有無
- 伸縮・排水装置からの漏水有無、漏水跡の有無
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

青字：近接目視で確認可能

赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鉄筋位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

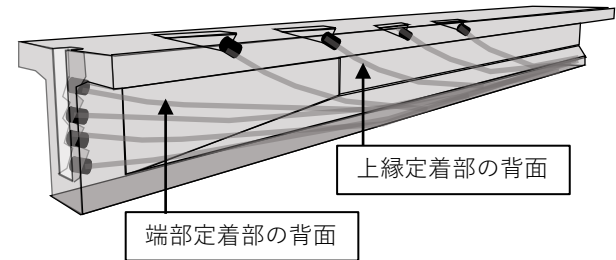
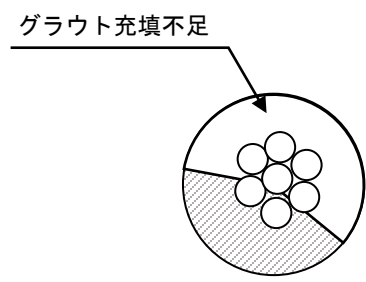
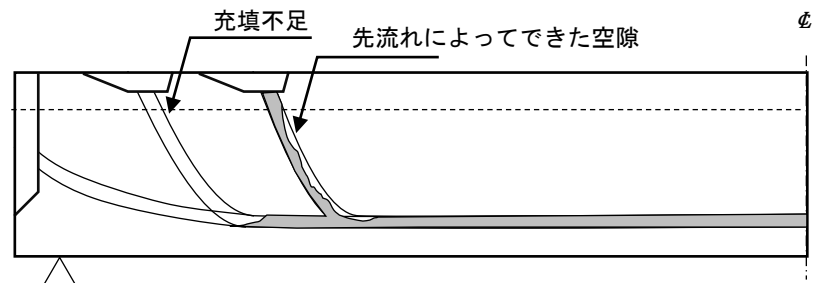
- 架設年代
塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

・ 進展のメカニズム

1. シース内の空隙 外観変状無し

1-1. グラウトの充填不良

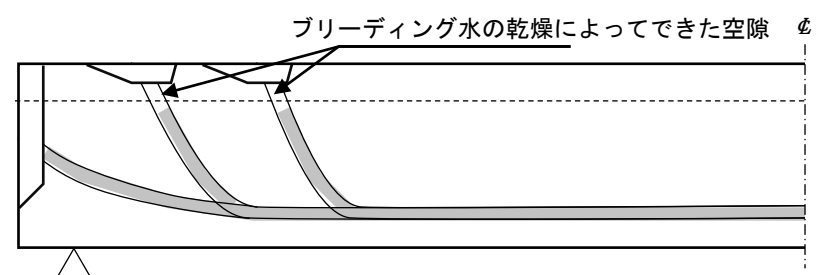
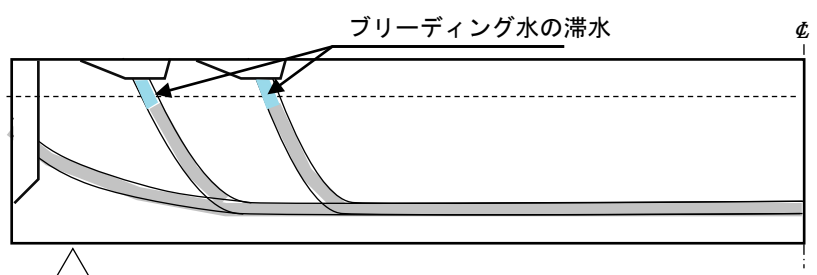
<ポステンT桁・箱桁>



- ・グラウトの充填不足や先流れにより、シース内に空隙が発生する。
- ・グラウトの充填が不十分な部分では、PC鋼材に不動態皮膜が形成されない。

<工法例> 橋面防水、グラウト再充填

1-2. ブリーディングによるシース内の滞水→乾燥



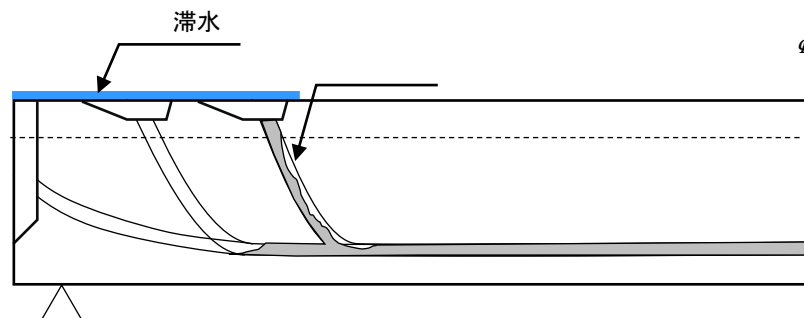
- ・グラウトにブリーディングが発生するとシース内にブリーディング水として滞水。
- ・ブリーディング水が乾燥するとシース内に空隙が発生する。
- ・滞水している状態では、ブリーディング水は高アルカリ性であるため鋼材腐食の危険性は少ない。
- ・架設年代が、ノンブリーディングタイプのグラウトの使用が標準化された2002年以前は特に留意が必要。(ブリーディングが発生しやすい)

<工法例> 橋面防水、グラウト再充填

• 進展のメカニズム

2. 舗装下の滞水

外観変状無し

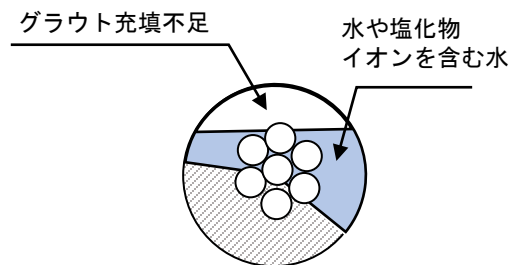
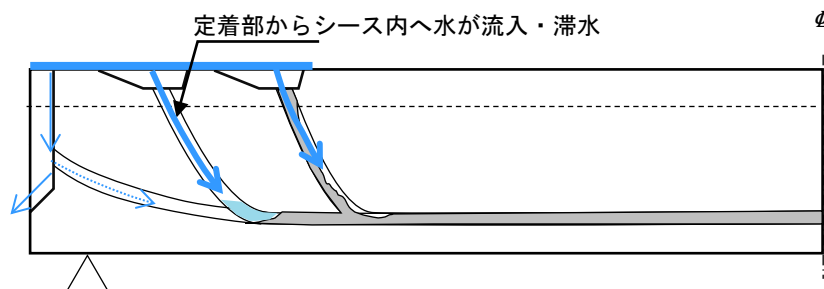


- 定着部が腐食
- 架設年代が、橋面防水が義務化された2002年以前の場合には特に留意が必要。

<工法例> 橋面防水

3. 定着部からの水の流入

外観変状無し



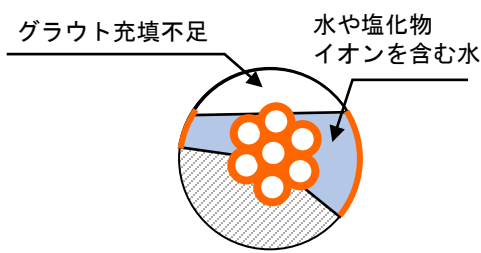
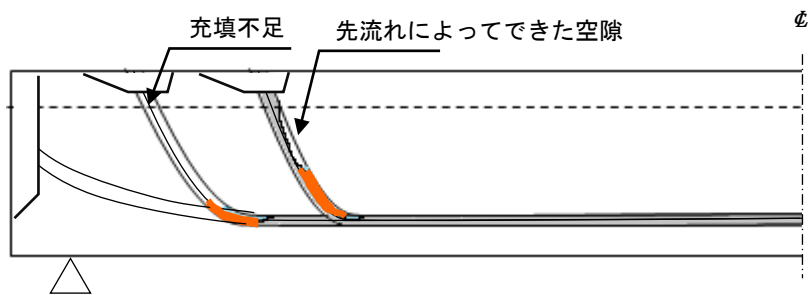
- シース内に滞水
- 凍結防止剤散布地域では、水とともに塩化物イオンも浸入
- シース内の滞水が凍結・膨張することでひび割れが発生することがある
- 架設年代が1994年以前の場合には、上縁定着を有する可能性があるため特に留意が必要。

<工法例> 橋面防水、シース内の水抜き、グラウト再充填

2.6 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による鋼材腐食【ポステンT桁】

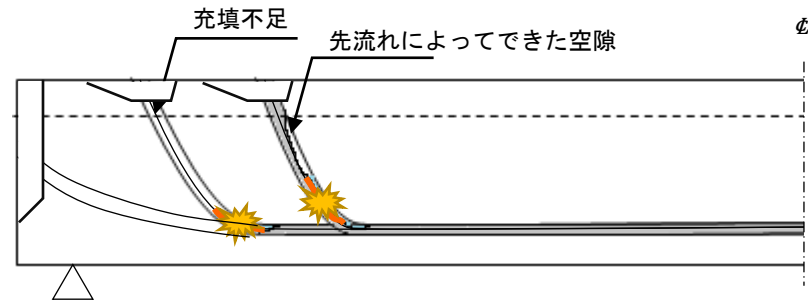
・進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

4. PC鋼材の腐食 外観変状有り



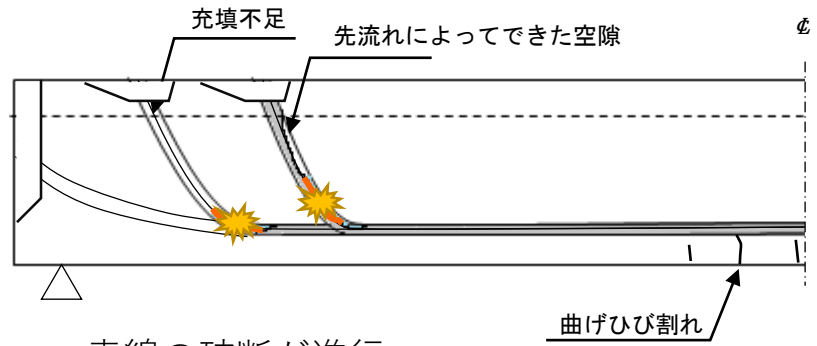
- 充填不良箇所で鋼材やシースが腐食
 - シースに沿ったひび割れが発生
- <工法例> 橋面防水、シース内の水抜き、グラウト再充填

5. PC鋼材の破断 外観変状有り



- 充填不良箇所で鋼材が破断
 - プレストレスの低下
 - シースに沿ったひび割れが発生
- <工法例> プレストレス導入

6. PC鋼材の破断の進行 外観変状有り



- 素線の破断が進行
 - プレストレスの低下
 - 耐力力が低下し曲げひび割れが発生
- <工法例> モニタリング、ベント設置、交通規制・通行止め、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による鋼材腐食（ポステンT桁）】

点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

メカニズム			点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠)※留意事項 は次々頁参照	追加情報	対策 区分 判定 (案)	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1 シース内の空隙	1-1.グラウトの 充填不良	—	—	・シース内の空隙（コアまたはドリル削孔 ＋内視鏡・ファイバースコープ等により 確認）		C1	長寿命化（遮 水）	橋面防水 ^{注1} 、グラウト再充 填、グースアスファル ト舗装 ^{注3}
		1-2.ブリーディングによるシース 内の滞水→ 乾燥	—	—	・シース内の滞水・空隙（コアまたはドリル削孔 ＋内視鏡・ファイバースコープ等により 確認）		C1	長寿命化（遮 水）	橋面防水 ^{注1} 、グラウト再充 填、グースアスファル ト舗装 ^{注3}
	2.舗装下の滞水		—	・電磁波レーダー（共研 の研究成果の利 用）	・舗装下の滞水		C1	長寿命化（遮 水）	橋面防水 ^{注1} 、グースア スファルト舗装 ^{注3}
	3.定着部からの水の 流入		—	—	・橋面防水工の施工有無 ・シース内の滞水（コアまたはドリル削孔 ＋内視鏡・ファイバースコープ等により 確認）		C1	長寿命化（遮 水）	橋面防水 ^{注1} 、シース内の水 抜き、グラウト再充填、 グースアスファルト舗 装 ^{注3}
外観変状 有り	4.PC鋼材の腐食 ^{注2}		・シースに沿ったひび割 れ（錆汁を伴う場 合もある）	・コアまたはドリル削孔 ＋内視鏡・ファイバース コープ	・シースに沿ったひび割れが発生（錆 汁を伴う場合もある） ・PC鋼材の腐食が発生		C2	延命化（遮塩）	橋面防水、シース内の水抜 き、グラウト再充填、グー スアスファルト舗装 ^{注3}
	5.PC鋼材の破断 ^{注2}		・シースに沿ったひび割 れ（錆汁を伴う場 合もある）	・コアまたはドリル削孔 ＋内視鏡・ファイバース コープ ・非破壊調査（漏洩 磁束法、超音波 等）	・シースに沿ったひび割れが発生（錆 汁を伴う場合もある） ・PC鋼材の破断が発生		C2	延命化（補強）	橋面防水、シース内の水抜 き、グラウト再充填、グー スアスファルト舗装 ^{注3}
	6.PC鋼材の破断の 進行		・曲げひび割れ	—	・支間中央に曲げひび割れが発生		E1	危機管理	モニタリング、ベント設置、交 通規制、架替え
								緊急措置（損傷 が複数の桁に発 生等）※調査調 査を行い個別に 検討	通行止め、ベント設置、 架替え

注1 外観変状が無い時点でも、架設年代が上縁定着がされている可能性がある橋梁（1994年以前）やノンブリーディングタイプのグラウトが使用されていない可能性がある橋梁（2002年以前）、橋面防水が施工されていない可能性がある橋梁（2002年以前）に対しては、橋面防水を実施することが望ましい。
注2 グラウトの充填状況によっては鋼材の腐食膨張に起因して生じるひび割れが外観に現れない場合もある。
注3 橋面防水とは併用しないこと、適用できる舗装厚が限られていることに留意し適用すること。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による鋼材腐食（ポステンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

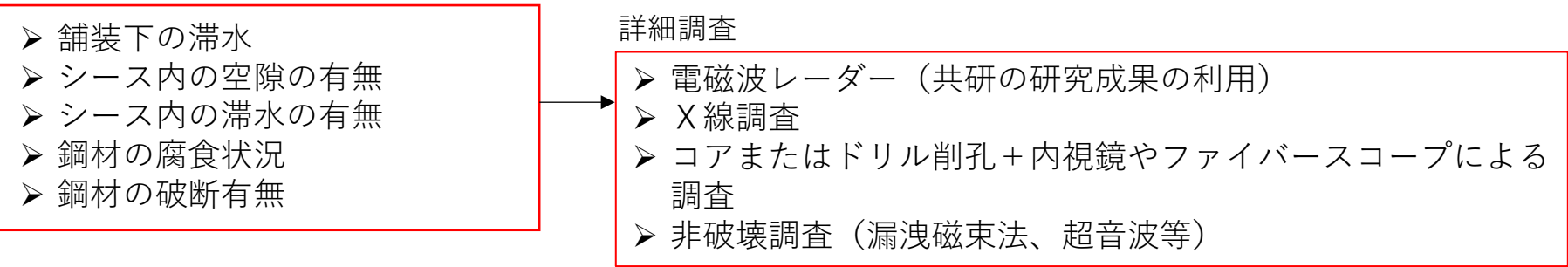
2.6 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による鋼材腐食【ポステンT桁】

<診断上の留意点>

- グラウトの充填状況によっては鋼材の腐食膨張に起因して生じるひび割れが外観に現れない場合もある。
- 先流れが広範囲で発生している場合、桁中央付近でも腐食が発生する可能性がある。
- 橋面の水とともに凍結防止剤に含まれる塩化物イオンが浸入する場合がある。シース内に塩化物イオンを含んだ水があると、鋼製シース、PC鋼材の不動態皮膜が破壊され腐食が促進される。
- X線調査は部材の厚い部分（下フランジ等）では鮮明な画像が得られない。
- 削孔したことによって劣化因子が浸入して鋼材が腐食することがあるので、再充填を速やかに行う。
- 寒冷地においては凍結によってひび割れが生じる場合がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- シースに沿ったひび割れ
- 桁中央部の橋軸直角方向のひび割れ（曲げひび割れ）



青字：近接目視で確認可能 赤枠：詳細調査で確認

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
 - すべての橋梁で端部定着：1994年（それ以前は上縁定着が存在する可能性あり）
- グラウト
 - 使用している種類（ノンブリーディングタイプのグラウト標準化：2002年～）
 - 施工方法（流量計設置の義務化：1996年、シースの導通確認方法変更[水→空気]：2002年台）
- 凍結防止剤の散布の有無、種類、散布量
- 橋面防水の有無（橋面防水義務化：2002年）

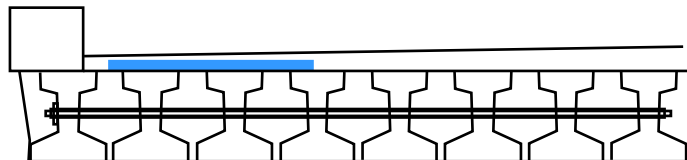
2.7 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による横締めPC鋼材の抜け出し【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム

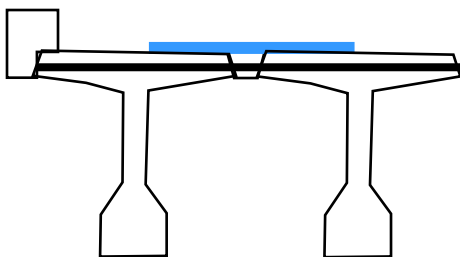
1. 舗装下の滞水

外観変状無し

< プレテンI桁床版橋 >



< ポステンT桁橋 >

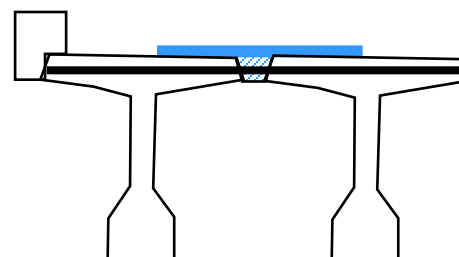
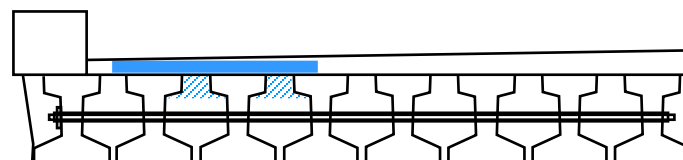


- 舗装下に滞水
- 凍結防止剤散布地域は、塩化物イオンを含んだ水が滞水

< 工法例 > 橋面防水

2. 間詰めコンクリート内への水の浸入

外観変状無し



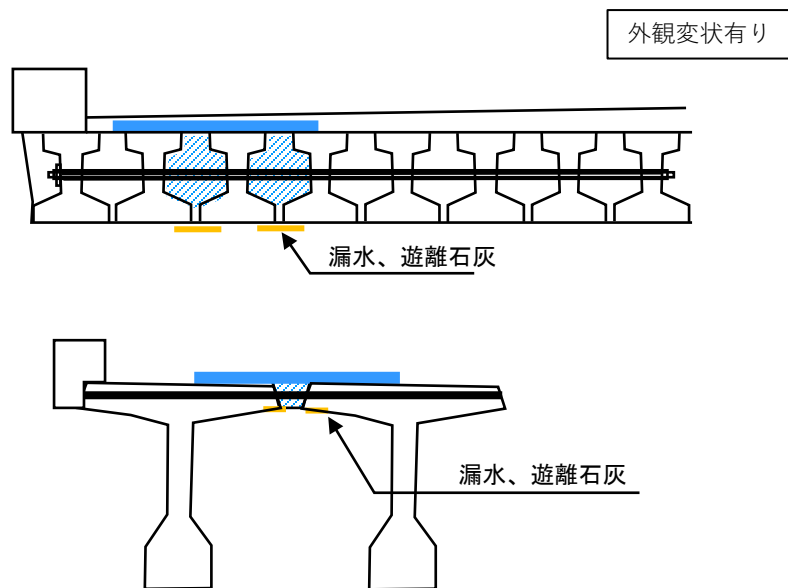
- 間詰めコンクリートの中に水が浸入
- 凍結防止剤散布地域は、塩化物イオンを含んだ水が浸入
- 架設年代が、橋面防水が義務化された2002年以前の場合には特に留意が必要

< 工法例 > 橋面防水

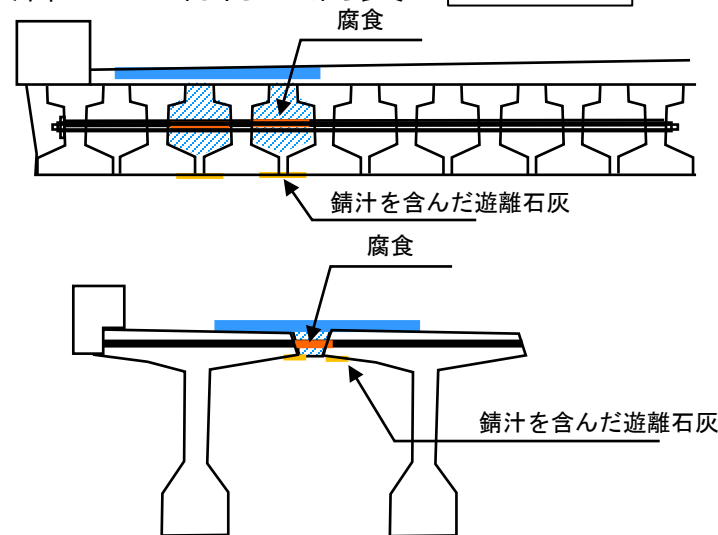
2.7 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による横締めPC鋼材の抜け出し【ポステンT桁】

• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

3.間詰めコンクリートが湿潤状態



4.間詰めコンクリート内のシース、横締めPC鋼材の腐食



- 間詰めコンクリートが湿潤状態となり、横締めPC鋼材が腐食しやすい環境となる。
- 間詰め部から漏水や遊離石灰が発生。

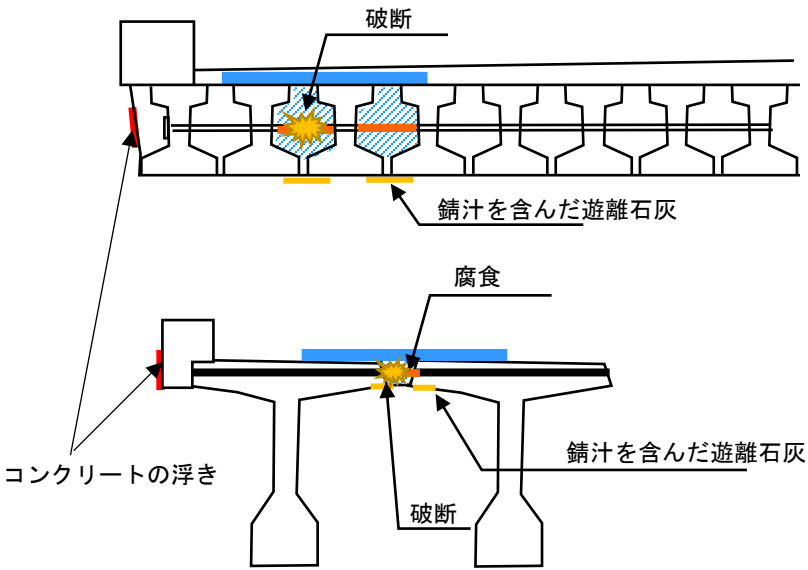
<工法例> 橋面防水

- シース内のグラウト充填不足箇所があると、鋼製シース、PC鋼材の不動態皮膜が形成されず、腐食する。
- 間詰め部から錆汁を含んだ遊離石灰が発生。

<工法例> 橋面防水、突出防止の鉄板等設置

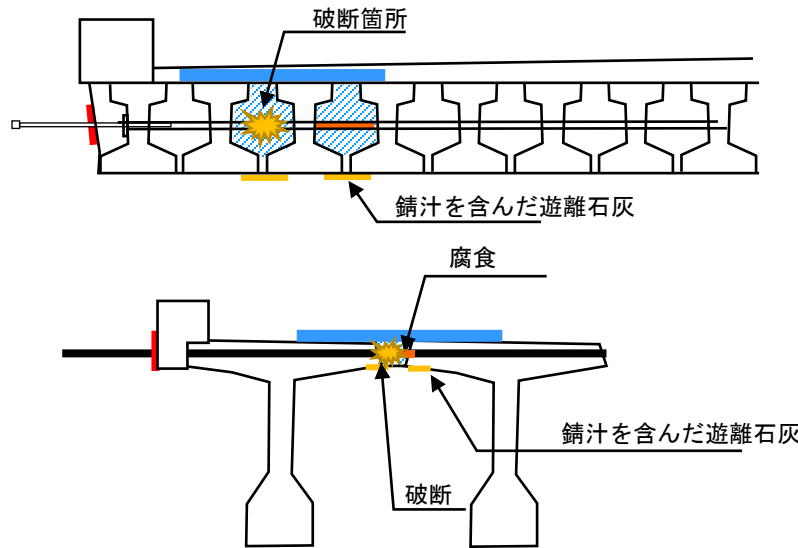
• 進展のメカニズム 緑字：点検時の着目点

5.1 間詰めコンクリート内の横締めPC鋼材の破断 外観変状有り



- 横締めPC鋼材位置の側面
コンクリートの浮きや
ひび割れが発生
＜工法例＞橋面防水、突出防止の鉄板等設置

5.2 横締めPC鋼材の抜け出し 外観変状有り



- 横締めPC鋼材が抜け出す。
- グラウトが未充填の場合、横締めPC鋼材が破断したときに抜け出しやすい。
- 第三者被害の可能性。
- S46以前のT桁では
上フランジ側面が
鉛直となっているため、
間詰床版の抜け落ちが
発生する可能性がある。
- ＜工法例＞間詰部抜け落ち対策、抜け出した横締めPC鋼材に対する対策は個別検討

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による横締めPC鋼材の抜け出し（ポステンT桁）】

点検、診断の着目点と措置の方針

<点検における着目点の凡例>
◇初回点検時など1回だけ確認が必要な内容

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠)※留意事項は次々頁参照	追加情報	対策区分判定 (案)	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.舗装下の滞水	—	• 電磁波レーダー (共研の研究成果の利用)	• 舗装下の滞水		C1	長寿命化 (遮水)	橋面防水
	2.間詰めコンクリート内への水の浸入	—	—	—		C1		
	3.間詰めコンクリートが湿潤状態	• 間詰め部からの漏水跡、遊離石灰	—	• 間詰め部から漏水跡、遊離石灰が発生		C1		
外観変状 有り	4.間詰めコンクリート内のシース、横締めPC鋼材の腐食	• 間詰め部から錆汁を含んだ遊離石灰 ^{注1}	—	• 間詰め部から錆汁を含んだ遊離石灰が発生 ^{注1}		C2	延命化（応急措置）	橋面防水、突出防止の鉄板等設置
	5.1間詰めコンクリート内の横締めPC鋼材の破断	• 桁側面の定着部の異常（コンクリートの浮き、ひび割れ）	—	• 桁側面の定着部に異常が発生（コンクリートの浮き、ひび割れ）	• 間詰め部からの著しい錆汁 • 間詰め床版と主桁の縁切れ	C2		
						E1		
	5.2横締めPC鋼材の抜け出し	• 桁側面の定着部の異常、横締めPC鋼材の抜け出し、間詰め床版の抜け落ち	—	• 桁側面の定着部の異常、横締めPC鋼材の抜け出し、間詰め床版の抜け落ちが発生		E1	危機管理	間詰め部抜け落ち対策 ^{注2} 、抜け出した横締めPC鋼材に対する対策は個別検討 ^{注3}

注1 錆汁の発生有無は横締め鋼材配置箇所に着目するのがよい。なお、PC橋の構造形式により、横締め位置が異なることに留意する必要がある。※構造形式ごとの横締め鋼材位置については右表参照（「橋梁定期点検要領、H31.3、国交省」をもとに作成）

注2 間詰め部抜け落ち対策としては、リブ付きの鋼板プレートによる補強などがある。

注3 床版横締めの場合には、設置本数が多いため数本程度の抜け出しであれば直ちに構造安全性が損なわれる可能性は少ない。

横締め位置

構造形式		横締め定着部	
		横桁	床版
プレートン	I桁床版橋	●	—
	中空床版橋	●	—
	T桁橋	●	●
ポステン	T桁橋	●	●

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による横締めPC鋼材の抜け出し（ポステンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐力力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐力力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が 1.2kg/m^3 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

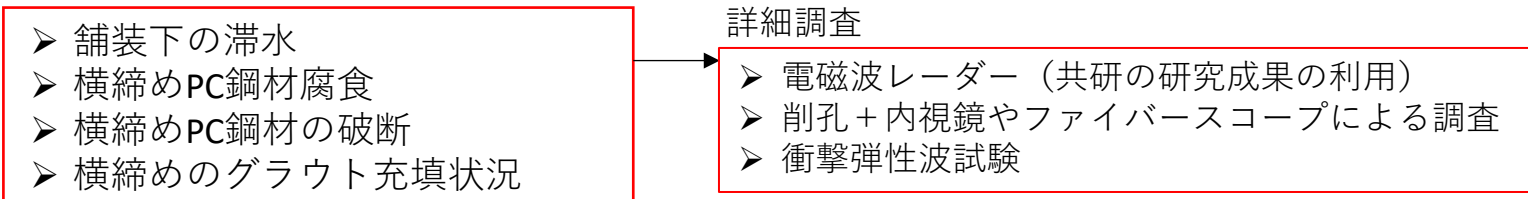
2.7 塩害_凍結防止剤_グラウト充填不足による横締めPC鋼材の抜け出し【ポステンT桁】

< 診断上の留意点 >

- 当該橋の周辺の状況に応じて適切な安全対策を講じること
- 何の警戒もなく迂闊に当該部を近接目視しないこと
- グラウトが未充填の場合、横締めPC鋼材が破断したときに抜け出しやすい。
- 橋面の水とともに凍結防止剤に含まれる塩化物イオンが浸入し、腐食が促進される場合がある。
- シース内のグラウト充填不足箇所があると、鋼製シース、PC鋼材の不動態皮膜が形成されず、腐食する。
- 幅員が広い橋梁※でPC鋼棒が使用されている場合には、PC鋼棒にカプラーが設けられるため、グラウト充填不良が生じている可能性がある。（※PC鋼棒の定尺長8mが目安）

< 損傷及び原因の特定のために必要な情報 >

- 舗装の変状
- 間詰部からの漏水、遊離石灰、錆汁
- 定着部の浮き、ひび割れ



青字：近接目視で確認可能 赤枠：詳細調査で確認

< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 橋面防水の有無（橋面防水義務化：2002年）
- 傾斜や排水枟の設置状況により水の集中する部分がないか
- 凍結防止剤の散布の有無、種類、散布量
- 横締めの使用材料（鋼棒）※PC鋼線、PC鋼より線の場合には破断による突出の可能性は低い
- シースの材質

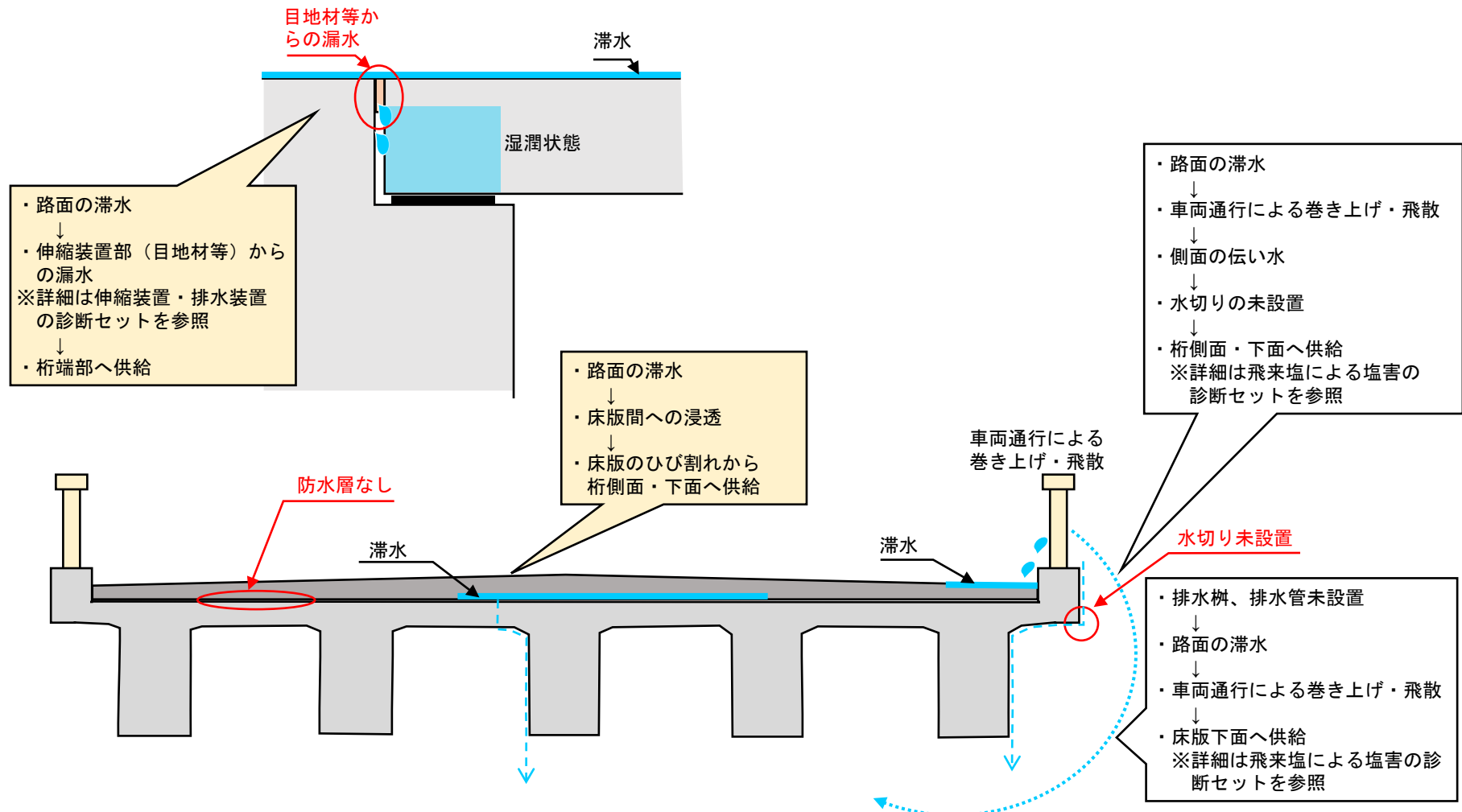
2.8 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷【RCT桁】

<凍結防止剤散布による塩化物イオンの供給経路>

➤ 本診断セットでは、凍結防止剤に起因して生じる代表的な損傷として以下の2つに着目する。

2.8 伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷

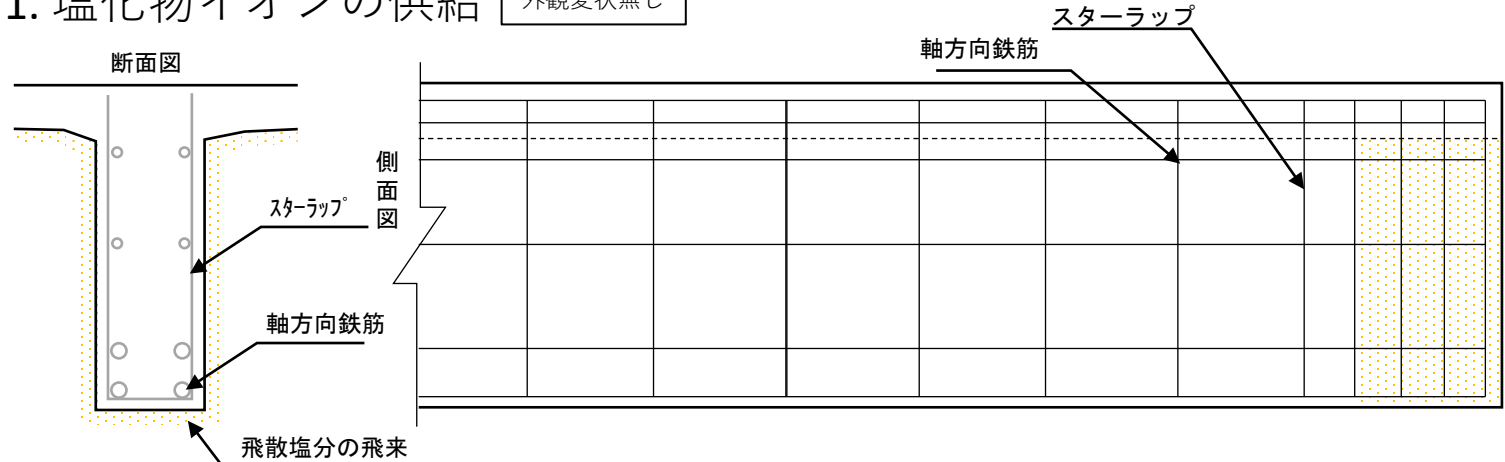
2.9 路面からの漏水による床版の損傷



<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

1. 塩化物イオンの供給

外観変状無し

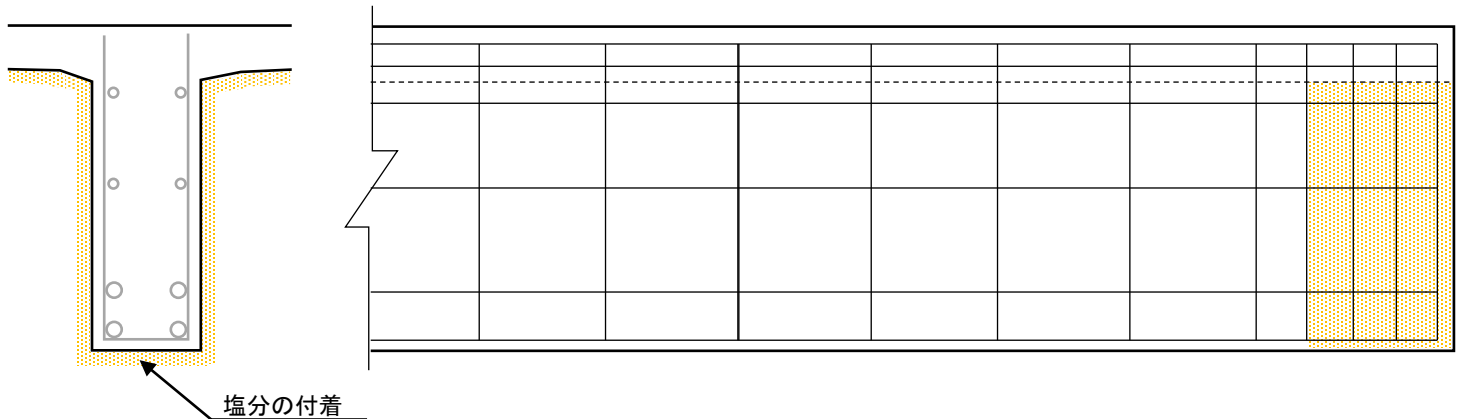


- 塩化物イオンを含む凍結防止剤(融雪剤) 散布より、建設後に浸入する。
- 橋面に滞水した凍結防止剤を含む水は、目地材等からの漏水により桁端部に供給される。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

2. コンクリート表面への塩分の付着

外観変状無し

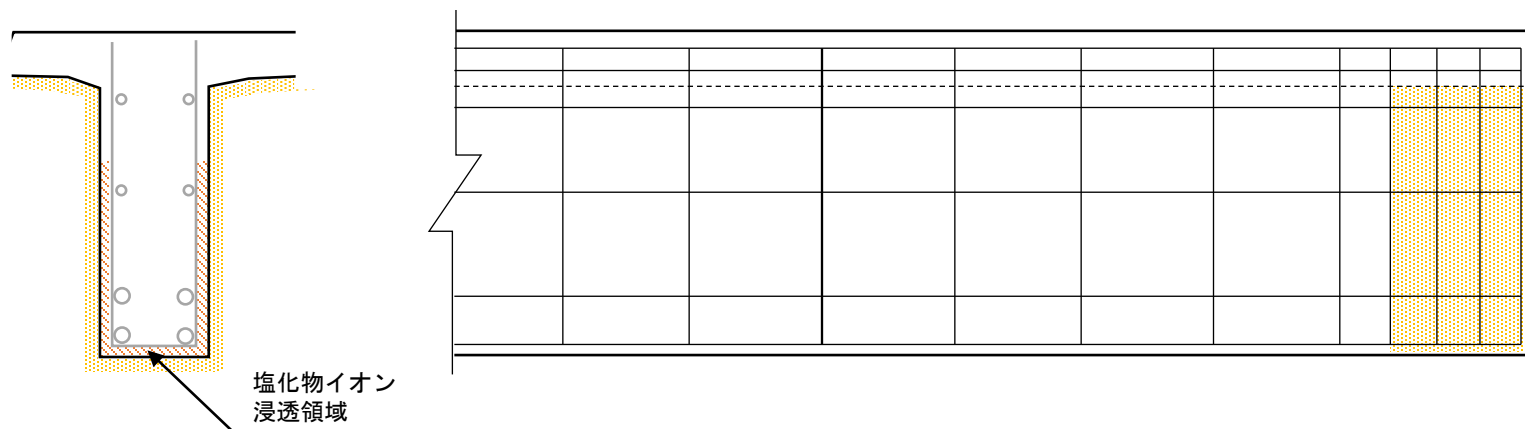


- コンクリート表面に飛散塩分が付着する。
- <工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸

<進展のメカニズム>

3. コンクリート内部への浸透・拡散

外観変状無し



- 塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- 塩化物イオンの浸透を促進する作用として、中性化によって塩化物イオンが濃縮される場合がある。
- RC構造であるので、PC橋に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速い。
- 浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

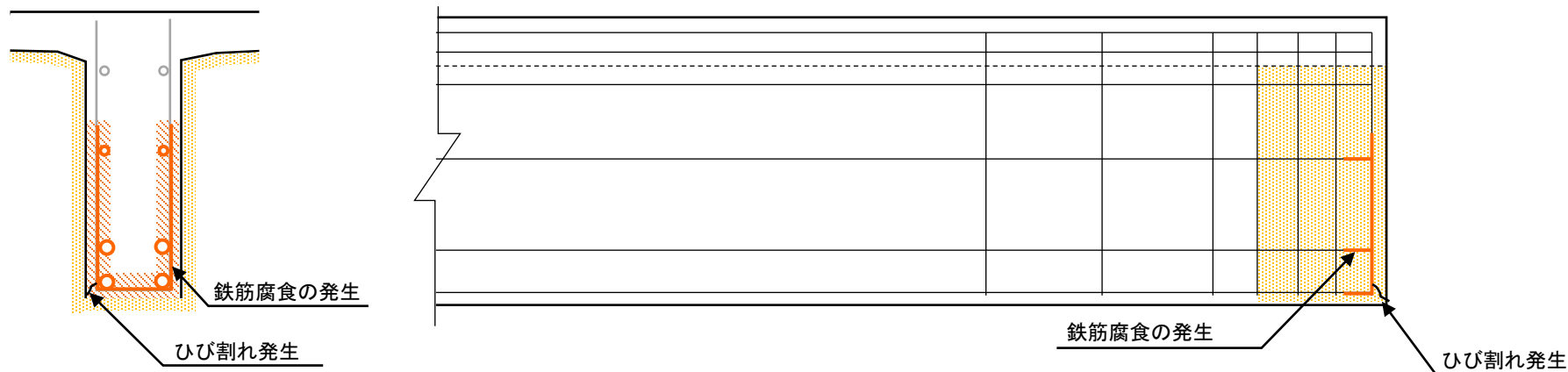
<工法例> 伸縮・排水装置の改良、表面被覆、含浸、電気防食

2.8 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷【RCT桁】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

4.鉄筋腐食とコンクリートのひび割れの発生

外観変状有り

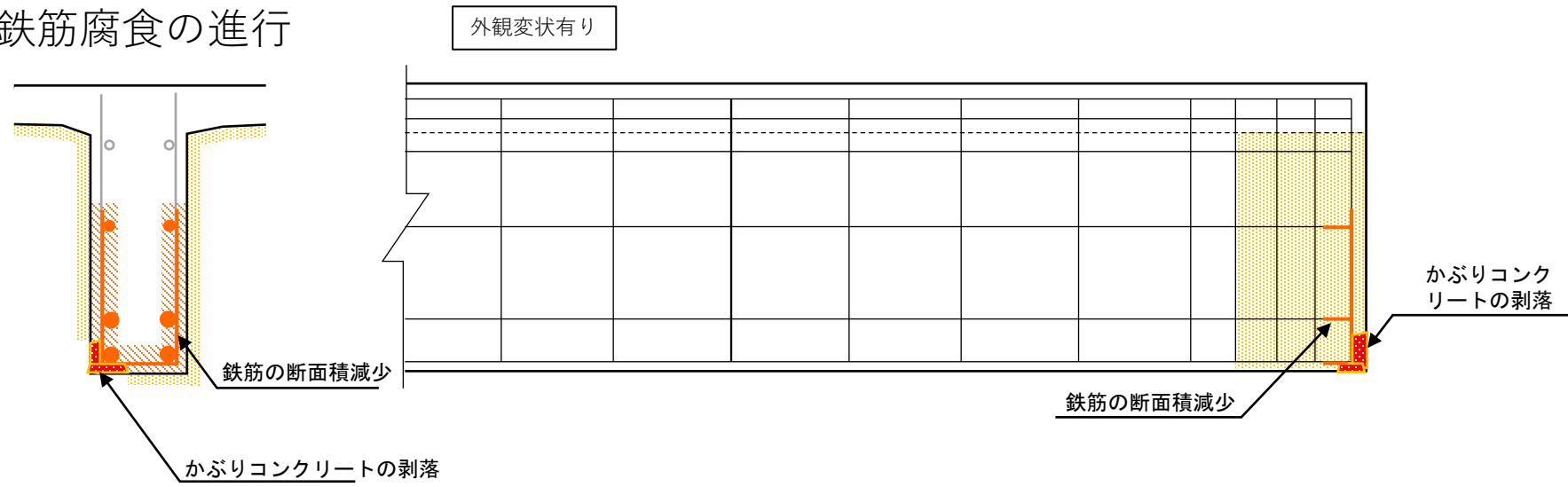


- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。
- 外側鋼材位置での塩化物イオン濃度が発錆限界を超過し、表面的な錆が発生する。
- 鉄筋が腐食すると体積が2～4倍に膨張するため、コンクリートに膨張圧が生じることでひび割れが発生する。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、電気防食

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

5. 鉄筋腐食の進行

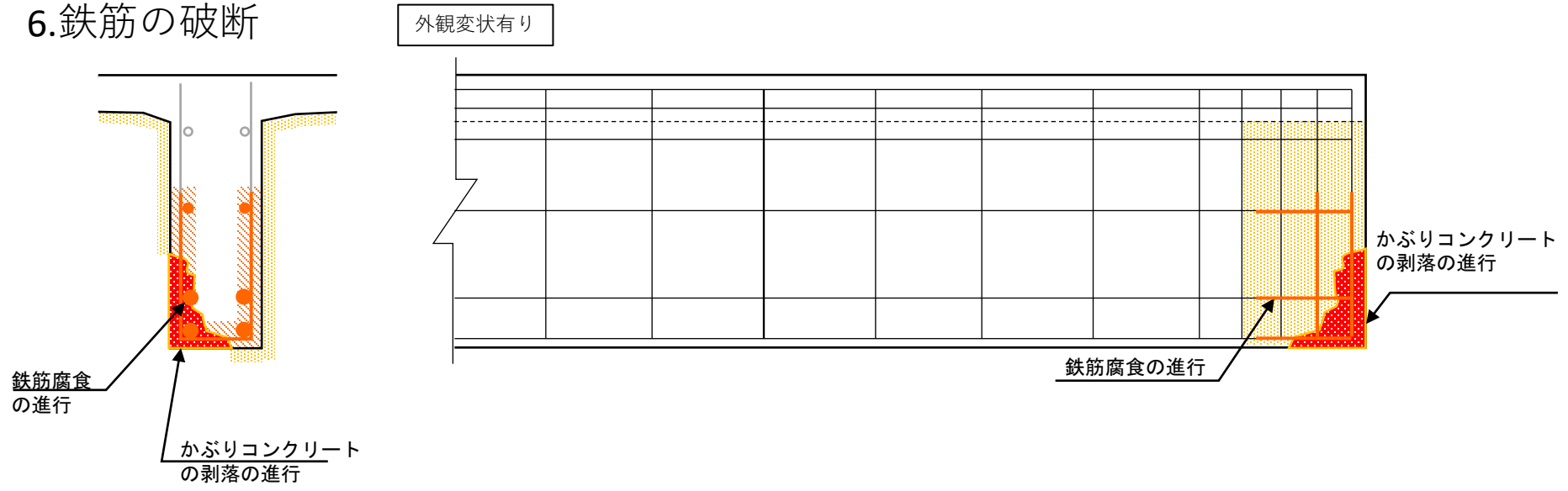


- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- 支承上面までかぶりコンクリートの剥落が進行する。**
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、**かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。**
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 主桁1本のみ変状した場合には横桁との一体性により、直ちに鉛直支持機能が損なわれることは少ないが、複数本の主桁が変状した場合には伸縮装置部に段差が生じる可能性がある。

<工法例> 伸縮・排水装置の改良、電気防食
支承仮受け、支承機能維持のための断面補修

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

6.鉄筋の破断



- 鉄筋の破断が発生。
 - 主桁1本のみ変状した場合には横桁との一体性により、直ちに鉛直支持機能が損なわれることは少ないが、複数本の主桁が変状した場合には伸縮装置部に段差が生じる可能性がある。
- <工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、支承機能維持のための断面補修、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷（RCT桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必要な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠)	追加 情報	対策区 分判定 (案)	措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.塩化物イオンの供給	・ 桁端目地材等からの漏水	—	・ 桁端の目地材等からの漏水 ・ 漏水跡を確認		C1	長寿命化（遮塩、遮水）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注3}
	2.コンクリート表面への塩分の付着							
	3.コンクリート内部への浸透・拡散	—	—	—		C1	延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注3} 電気防食 ^{注2}
外観変状 有り	4.鉄筋腐食とコンクリートひび割れの発生	・ 鉄筋に沿ったコンクリートのひび割れ（桁端部はじめ水かかり部）	・ はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・ 鉄筋に沿ったひび割れが発生している（錆汁を伴う場合もある）		C2	延命 ^{注4} （鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 電気防食 ^{注2}
	5.鉄筋腐食の進行	・ コンクリートの浮き、剥落 ・ 腐食鉄筋の露出 ・ 鉄筋の断面積減少	・ はつり調査、コア・ドリル削孔（鉄筋が露出していない場合）	・ 浮き、剥落の発生 ・ 腐食鉄筋の露出が発生 ・ 鉄筋の断面積減少が発生		C2	延命 ^{注4} （鉄筋の防食）	伸縮・排水装置の改良 ^{注1} 電気防食 ^{注2} 支承機能維持のための断面補修
	6.鉄筋の破断	・ 鉄筋破断 ・ 支承上面までかぶりコンクリートの剥落	—	・ 鉄筋の破断が発生		E1	危機管理	モニタリング 仮受け 交通規制 支承機能維持のための断面補修 架替え ^{注5}
						E1	緊急措置（変状が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め 仮受け 支承機能維持のための断面補修 架替え ^{注5}

注1 伸縮・排水装置からの漏水により桁に水が供給されている場合には、橋面防水や表面被覆/含浸などの措置のほかに、伸縮装置部・排水装置の改良を行い漏水を防止し、水の供給を防ぐ必要がある。（詳細は伸縮装置部・排水装置の診断セットを参照）

注2 RCT桁橋は経済性をふまえると架替えが基本となり、電気防食が工法として採用される事例はほとんどない。ただし、延命措置としては有効であるため工法例に記載した

注3 桁端部の施工（表面被覆、含浸）は狭隘な空間での施工となる。桁端部へのアクセスが困難な場合には、現時点では有効な工法は開発されていないため個別検討とする

注4 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

注5 架橋条件によりすぐに架替えが困難な場合は、別途対応を検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷（RCT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か(塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・・など)
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断の発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

2.8 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による桁端部の損傷【RCT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- RC構造であるので、PC橋に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速い。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 凍結防止剤の散布有無
- 桁端の目地材等からの漏水有無、漏水跡の有無
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

青字：近接目視で確認可能

赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鉄筋位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

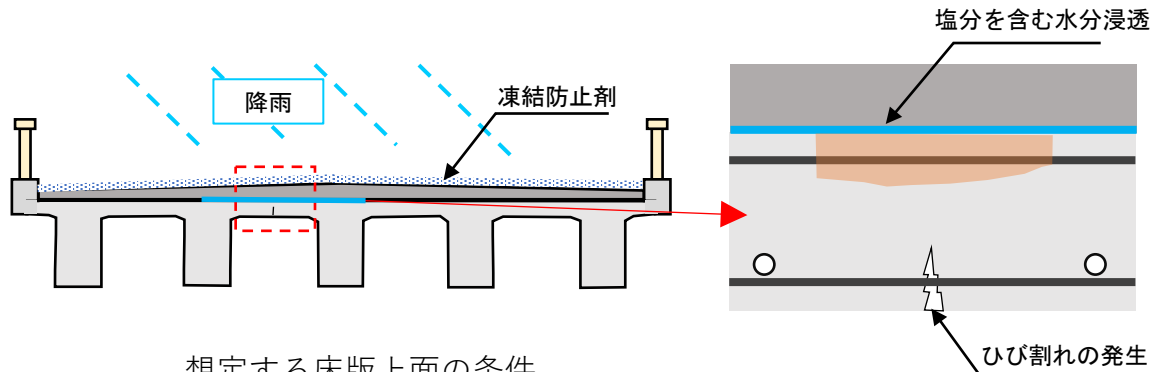
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無

2.9 塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷【RCT桁】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

1.床版ひび割れが発生・進展

外観変状有り



想定する床版上面の条件

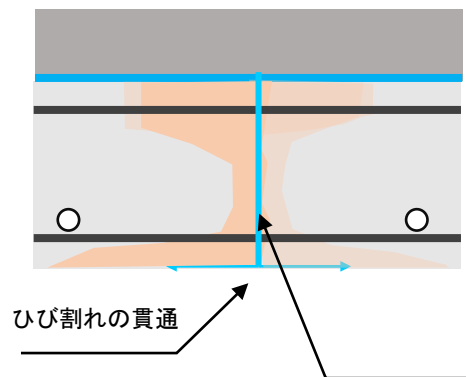
- ・排水桝：設置
- ・上部下部工排水：設置
- ・床版上面の防水工：未設置
- ・舗装の形式：
アスファルト舗装・コンクリートの舗装
- ・鋼材種別：普通鉄筋
- ・かぶり厚さ：15mm（～35mm）程度
- ・設計荷重（活荷重）：T-20（～T25）

- 活荷重、乾燥収縮等によって床版下面にひび割れが発生
 - 床版上面から水分浸透
- <工法例> 橋面防水、表面被覆、含浸

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

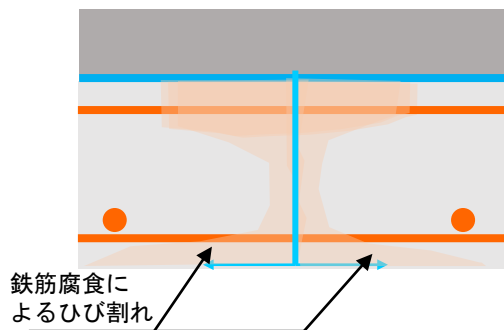
2.床版ひび割れが貫通し、床版下面に水分浸透

外観変状有り



- ひび割れが床版内部を貫通
 - 床版上面から下面に水分が浸透、塩化物イオンが供給
- <工法例> 橋面防水、表面被覆、含浸

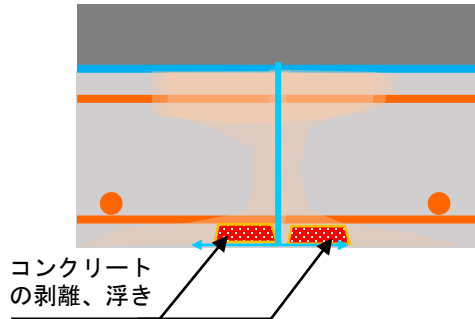
3.鉄筋腐食とコンクリートのひび割れの発生



- 鉄筋腐食によるひび割れの発生
 - 床版上面から下面に水分が浸透による腐食進行
- <工法例> 橋面防水、電気防食

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

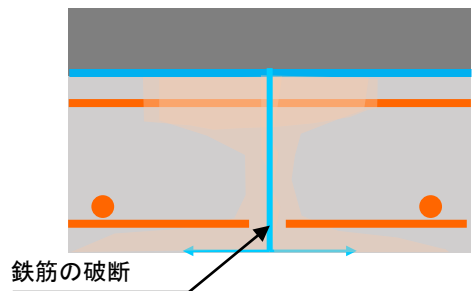
4.鉄筋腐食の進行



- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。
- かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。

<工法例> 橋面防水、電気防食、仮受け

5.鉄筋の破断



- 鉄筋破断が発生する。
- 部材の耐荷力低下が懸念される。

<工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、仮受け、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷（RCT 桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

メカニズム		点検における 着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠)	追加情報	対策区分判定 (案)	措置の方針	工法例
外 観 変 状 有 り	1.床版ひび割れが 発生・進展	・路面からの漏水、 遊離石灰	—	・上フランジ下面の漏水跡を 確認		C1	長寿命化（遮塩、遮水）	橋面防水 表面被覆or含浸
	2.床版ひび割れが 貫通し、床版下 面に水分浸透	—	—	—		C1	長寿命化（遮塩、遮水）	橋面防水 表面被覆or含浸
	3.鉄筋腐食による ひび割れの進展	・鉄筋に沿ったコン クリートのひび割れ （床版下面）	—	・鉄筋に沿ったひび割れが発 生している（錆汁を伴う場 合もある）		C2	延命 ^{注1} （鉄筋の防食）	橋面防水 電気防食 ^{注2}
	4. 鉄筋腐食の進 行	・コンクリートの浮き、 剥落 ・腐食鉄筋の露出 ・鉄筋の断面積減 少	・はつり調査、コア・ ドリル削孔（鉄筋が 露出していない場 合）	・浮き、剥落の発生 ・腐食鉄筋の露出が発生 ・鉄筋の断面積減少が発生		C2	延命 ^{注1} （鉄筋の防食）	仮受け 橋面防水 電気防食 ^{注2}
	5. 鉄筋の破断	・鉄筋の破断	—	・鉄筋の破断が発生		E1	危機管理	モニタリング 交通規制 仮受け 架替え ^{注3}
						E1	緊急措置（変状が複数本 の桁に発生等）※詳細調 査を行い個別に検討	通行止め 仮受け 架替え ^{注3}

注1 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲は全面的・広範囲である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

注2 RCT桁橋は経済性をふまえると架替えが基本となり、電気防食が工法として採用される事例はない。ただし、延命措置としては有効であるため、工法例に記載した。

注3 架橋条件によりすぐに架替えが困難な場合は、別途対応を検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷（RCT桁）】

対策区分判定 (案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であっても、腐食が発生していない状態。	・かぶりや塩分採取位置の情報。 ・特定点検における塩化物イオン量の評価が妥当であるか。 ・調査位置やかぶりの設定が妥当か(塩分が付着しにくい位置で調査していないか？極端にかぶりが薄い部位をかぶりの標準値としていないか？・・・など)
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断の発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

2.9 塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷【RCT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- RC構造であるので、PC橋に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速い。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 補修による床版防水工の設置有無
- 床版下面の漏水有無、漏水跡の有無
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鉄筋位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

詳細調査

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 床版防水工の設置有無
- 塗装の有無、施工年
- 損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- 補修履歴の有無

3.1 塩害_初期内在塩_桁部【プレテンT桁】

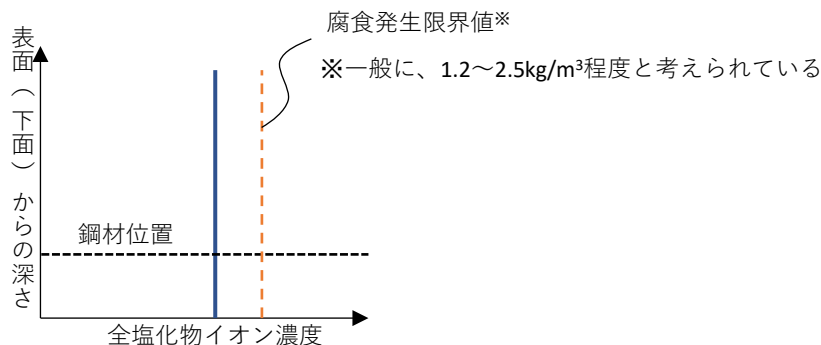
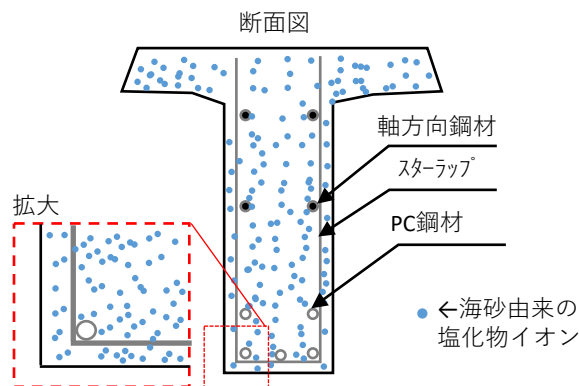
<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

初期内在塩による塩害の可能性はゼロではない。また間詰部は現場打ちであるため以下の2ケースを作成

3.1 主桁及び間詰部に初期内在塩が含まれていたケース

3.2 間詰部のみ初期内在塩が含まれていたケース

1. 洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進成分）の使用 外観変状無し



- 混和剤(減水剤、AE剤、硬化促進剤など)や海砂由来の塩化物イオンが内部に分布。
 - 塩化物イオン量総量規制(0.3kg/m^3)に関する通達(S59)が適用される前の構造物は注意が必要。
- ※製造段階で塩化物イオン濃度が腐食発生限界値以上の場合は「4. 外側鋼材の一斉腐食」へ。

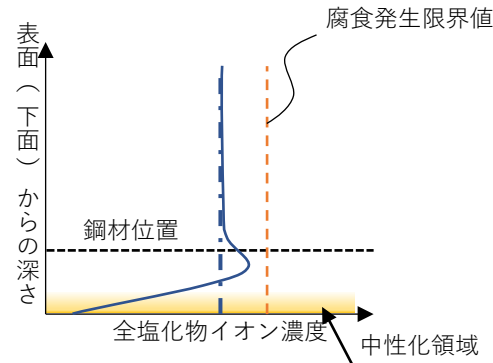
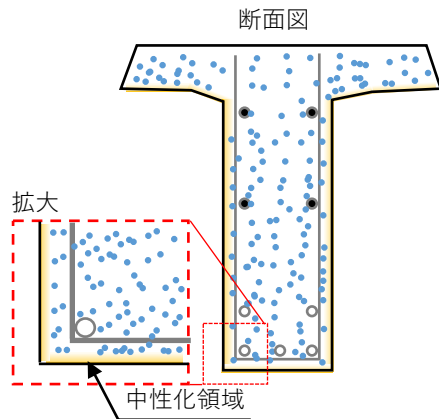
<工法例> 表面被覆、含浸

3.1 塩害_初期内在塩_桁部【プレテンT桁】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

2. 中性化の進行

外観変状無し



<中性化しやすい条件>

材料条件

- 水セメント比 W/C が大きい（空隙量が多く、 CO_2 の拡散速度が早い）

施工条件

- かぶりが薄くなっている箇所
- 豆板やひび割れなどの欠陥部

環境条件

- 日射によって乾燥しやすい箇所（南面や西）
- 交通量が多く CO_2 濃度が高い箇所

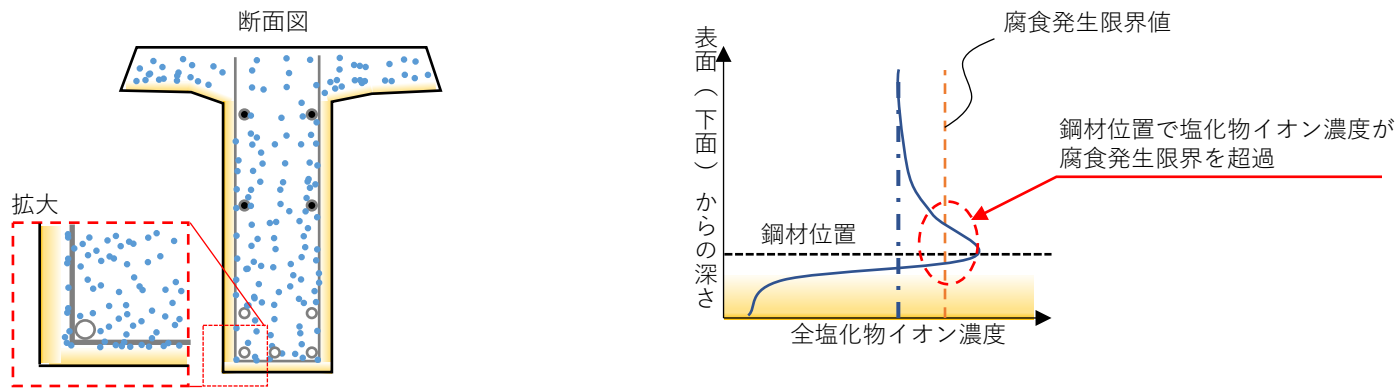
※参考資料として「土木研究所資料第4343号
コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル、H28.8」がある。

- 中性化領域の塩分が内部へ移動。中性化領域では塩分濃度が低くなり、その領域より内部では濃度が高くなる。

- <工法例> 表面被覆、含浸、電気防食

<進展のメカニズム>

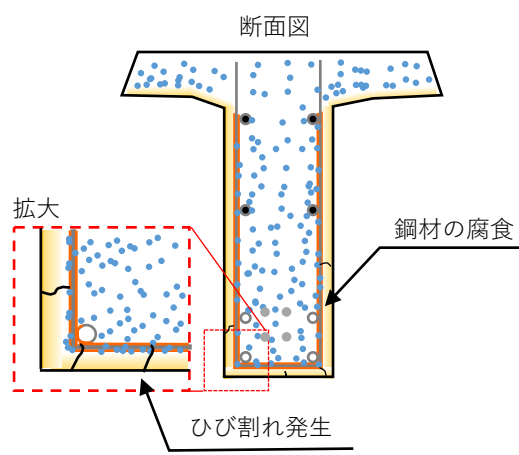
3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加 外観変状無し



- 中性化がさらに進行し、塩化物イオン濃度がさらに濃縮（内部へ移動）する。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超える。

<工法例> 表面被覆、含浸

4. 外側鋼材の一斉腐食とコンクリートのひび割れの発生 外観変状有り



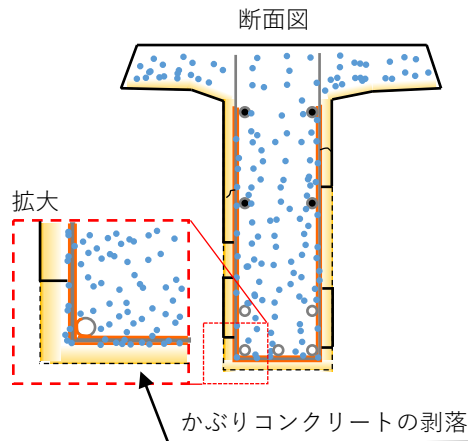
- 外側鋼材の表面的な腐食が広範囲で発生。
- 広範囲で同時に腐食が進行する場合あり。
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。

<工法例> 電気防食

<進展のメカニズム>

5. 鋼材腐食の進行

外観変状有り

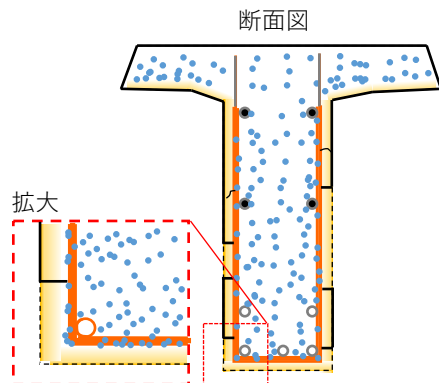


- ひび割れまたは剥離した部分から腐食因子が侵入するため鋼材腐食がさらに進行する。
- 鋼材の腐食が進行すると、鋼材とコンクリートの付着力が低下したり、鋼材間にもひび割れが発生し、かぶり部分が剥落する。
- かぶりコンクリートの剥落は、広範囲的に纏まって生じることが多い。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 電気防食、仮受け

6. 鋼材の破断

外観変状有り



- 鋼材の腐食が進行し、破断が発生。
- 部材の耐荷力低下が懸念される。
- 鋼材破断によりたわみが増加する。

<工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、仮受け架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_桁部（プレテンT桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

- 初期内在塩に起因する塩害は、2つの条件が満たされたときに生じる損傷である。
①洗浄不十分な海砂または塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進剤など）の使用によりコンクリート中に塩分が存在する。
②中性化が生じたコンクリートである。
- 初期内在塩に起因する塩害は、予防保全的に損傷を特定することは困難である。一般的には、同時期に建設された周辺橋梁で初期内在塩による変状が生じた場合などをきっかけに特定の地域での全数調査が実施されることが、点検・診断のスタートとなる。

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必要な詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加情報	対策区分判定 (案)		措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤(硬化促進成分)の使用	—	—	—		S1	C1	延命（中性化の進行抑制）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食 ^{注5}
	2.中性化の進行	—	—	—		S1	C1		
	3.塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加	—	—	—		S1	C1	延命（遮塩、鋼材の防食）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食 ^{注5}
外観変状 有り	4.外側鋼材の一斉腐食	・コンクリートのひび割れ(錆汁を伴う場合もある)	・はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鋼材に沿ったひび割れが発生(錆汁を伴う場合もある)		C2		延命 ^{注2} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注5}
	5.鋼材腐食の進行	・コンクリートの浮き、剥落 ・腐食鋼材の露出、断面積減少	・はつり調査、コア・ドリル削孔（鋼材が露出していない場合）	・浮き、剥落が発生 ・腐食鋼材の露出が発生		C2		延命 ^{注2} （鉄筋の防食）	電気防食 ^{注5} 仮受け
	6.鋼材の破断	・鋼材の破断	—	・鋼材の破断が発生		E1		危機管理	モニタリング、交通規制・通行止め 仮受け 架替え ^{注4}
								緊急措置（変状が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め 仮受け 架替え ^{注4}

注1 初期内在塩に対して中性化の進行抑制として表面被覆or含浸を実施することは、必ずしも効果を期待できるものではない。建設後早期（弱材齢時）に内在塩が含まれることが発覚し塩分濃縮が進行していないことも確認できている場合や、塩分濃縮が進行した箇所に対して部分打替えを実施して打替え後のコンクリートに対して中性化の進行を抑制する場合等、採用には十分検討が必要である。

注2 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え・鋼材防錆実施後は必要に応じて断面修復を実施する。

注4 架橋条件によりすぐに架替えが困難な場合は、別途対応を検討する必要がある。

注5 プレテンは鋼材本数が多く、電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_桁部（プレテンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

3.1 塩害_初期内在塩_桁部【プレテンT桁】

<診断上の留意点>

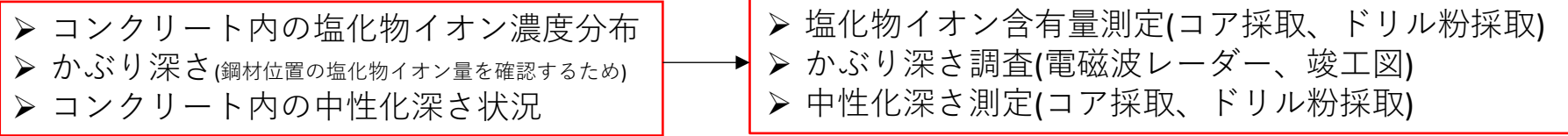
- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

青字：近接目視で確認可能
赤字：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

- 同時期に建設された周辺橋梁における、内在塩に起因する塩害の発生状況
- **コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無**
- **コンクリート表面の浮き・剥落の有無**

詳細調査



<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

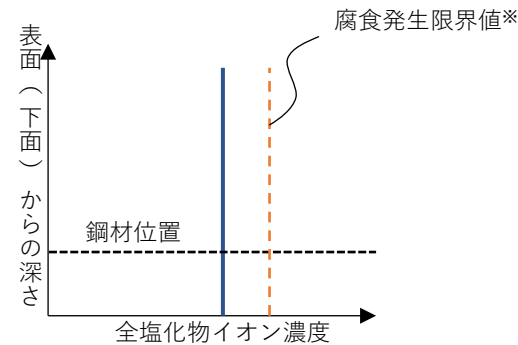
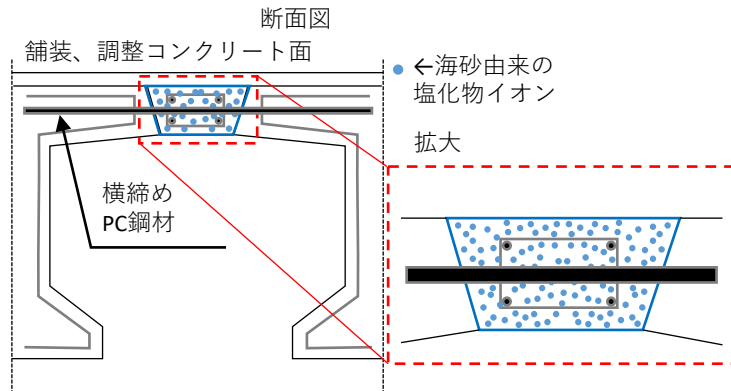
- 架設年代
 - 塩化物総量規制：1986年（建設省通達）
- コンクリート配合表(使用材料・塩化物総量)
- 補修履歴の有無、損傷の調査記録、かぶりの調査記録

3.2 塩害_初期内在塩_間詰部【プレテンT桁】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

1. 洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進成分）の使用

外観変状無し



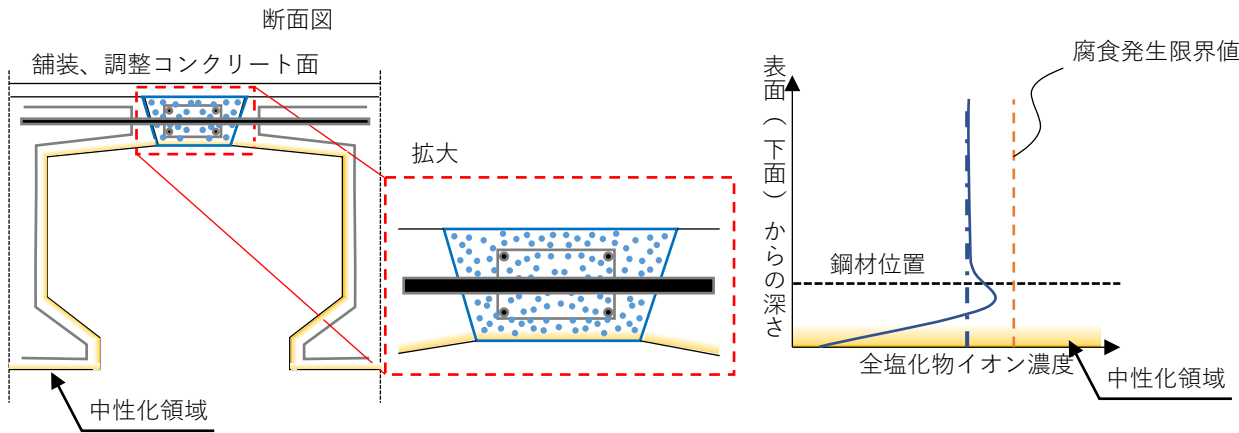
※一般に、 $1.2 \sim 2.5 \text{ kg/m}^3$ 程度と考えられている

- 混和剤(減水剤、AE剤、硬化促進剤など)や海砂由来の塩化物イオンが内部に分布。
 - 塩化物イオン量総量規制(0.3 kg/m^3)に関する通達(S59)が適用される前の構造物は注意が必要。
- ※製造段階で塩化物イオン濃度が腐食発生限界値以上の場合は「4. 外側鋼材の一斉腐食」へ。

<工法例> 表面被覆、含浸

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

2. 中性化の進行 外観変状無し



<中性化しやすい条件>

材料条件

- 水セメント比 w/c が大きい（空隙量が多く、 CO_2 の拡散速度が早い）

施工条件

- かぶりが薄くなっている箇所
- 豆板やひび割れなどの欠陥部

環境条件

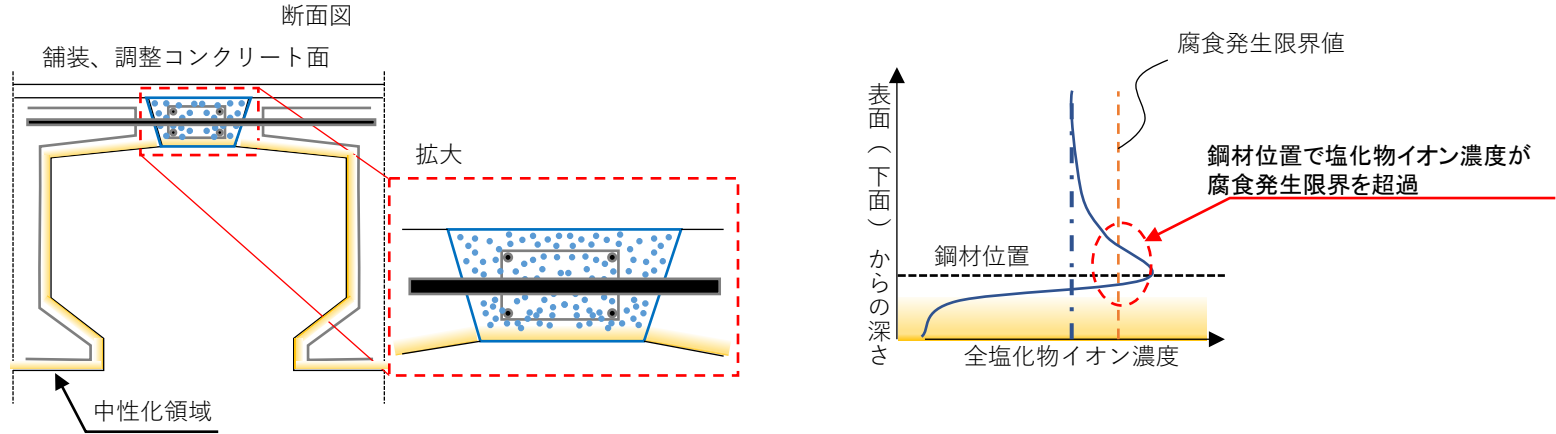
- 日射によって乾燥しやすい箇所（南面や西）
- 交通量が多く CO_2 濃度が高い箇所

※参考資料として「土木研究所資料第4343号 コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル、H28.8」がある。

- 中性化領域の塩分が内部へ移動。中性化領域では塩分濃度が低くなり、その領域より内部では濃度が高くなる。
- <工法例> 表面被覆、含浸、電気防食

<進展のメカニズム>

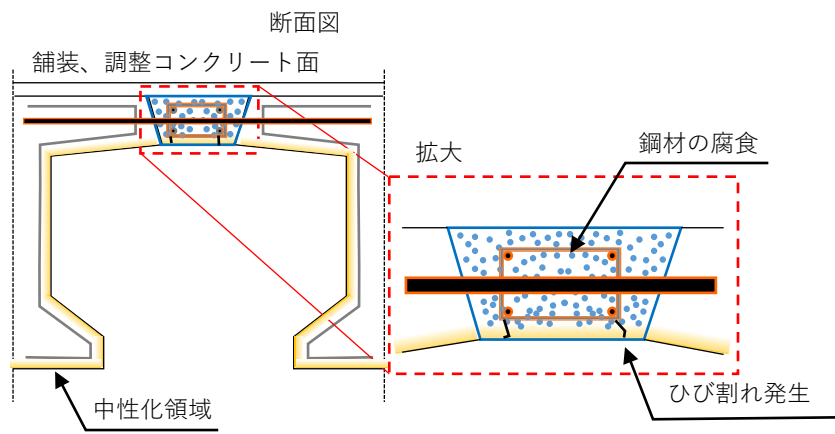
3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加 外観変状無し



- 中性化がさらに進行し、塩化物イオン濃度がさらに濃縮（内部へ移動）する。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超える。

<工法例> 表面被覆、含浸

4. 外側鋼材の一斉腐食とコンクリートのひび割れの発生 外観変状有り



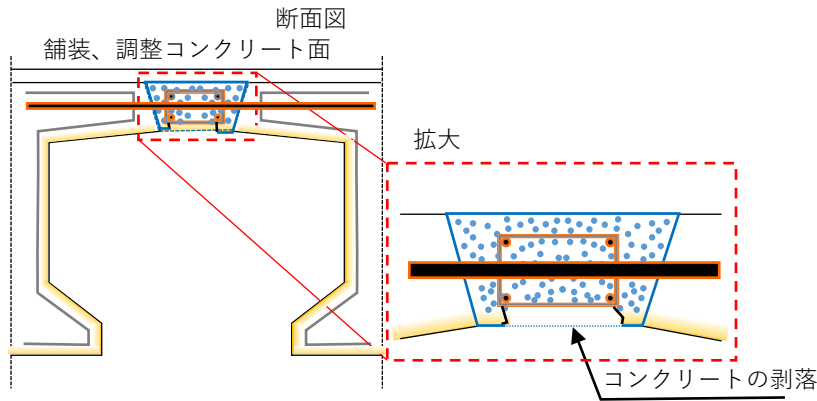
- 外側鋼材の表面的な腐食が広範囲で発生。
- 広範囲で同時に腐食が進行する場合あり。
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。

<工法例> コンクリート打換え

<進展のメカニズム>

5. 鋼材腐食の進行

外観変状有り

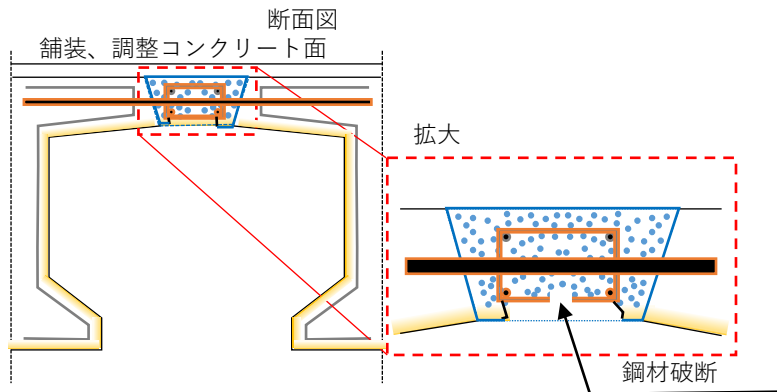


- ひび割れまたは剥離した部分から腐食因子が侵入するため鋼材腐食がさらに進行する。
- 鋼材の腐食が進行すると、鋼材とコンクリートの付着力が低下したり、鋼材間にもひび割れが発生し、かぶり部分が剥落する。
- かぶりコンクリートの剥落は、広範囲的に纏まって生じることが多い。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> コンクリート打換え

6. 鋼材の破断

外観変状有り



- 鋼材の腐食が進行し、破断が発生。
- 部材の耐荷力低下が懸念される。
- 鋼材破断によりたわみが増加する。

<工法例> コンクリート打換え、モニタリング、交通規制・通行止め

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_間詰部（プレテンT桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

- 内在塩に起因する塩害は、2つの条件が満たされたときに生じる損傷である。
- ①洗浄不十分な海砂または塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進剤など）の使用によりコンクリート中に塩分が存在する。
 - ②中性化が生じたコンクリートである。
- 初期内在塩に起因する塩害は、予防保全的に損傷を特定することは困難である。一般的には、同時期に建設された周辺橋梁で初期内在塩による変状が生じた場合などをきっかけに特定の地域での全数調査が実施されることが、点検・診断のスタートとなる。

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加 情報	対策区分 判定（案）		措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤(硬化促進成分)の使用	—	—	—		S1	C1	延命（中性化の進行抑制）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食 ^{注5}
	2.中性化の進行	—	—	—		S1	C1		
	3.塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加	—	—	—		S1	C1	延命（遮塩、鋼材の防食）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食 ^{注5}
外観変状 有り	4.外側鋼材の一斉腐食	・コンクリートのひび割れ(錆汁を伴う場合もある)	・はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鋼材に沿ったひび割れが発生(錆汁を伴う場合もある)		C2		延命 ^{注2} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注5}
	5.鋼材腐食の進行	・コンクリートの浮き、剥落 ・腐食鋼材の露出、断面積減少	・はつり調査、コア・ドリル削孔（鋼材が露出していない場合）	・浮き、剥落が発生 ・腐食鋼材の露出が発生		C2		延命 ^{注2} （鉄筋の防食）	電気防食 ^{注5} 仮受け
	6.鋼材の破断	・鋼材の破断	—	・鋼材の破断が発生		E1		危機管理	モニタリング、 交通規制・ 通行止め 仮受け 架替え ^{注4}
								緊急措置（変状が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め 仮受け 架替え ^{注4}

注1 初期内在塩に対して中性化の進行抑制として表面被覆or含浸を実施することは、必ずしも効果を期待できるものではない。建設後早期（弱材齢時）に内在塩が含まれることが発覚し塩分濃縮が進行していないことも確認できている場合や、塩分濃縮が進行した箇所に対して部分打替えを実施して打替え後のコンクリートに対して中性化の進行を抑制する場合等、採用には十分検討が必要である。

注2 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲のである場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え・鋼材防錆実施後は必要に応じて断面修復を実施する。

注4 抜本的な対策として有効であることから施工事例は少ないものの適用できる。ただし、打替えにより取り除いた箇所の周辺にプレストレスが再分配されることを踏まえた詳細な補修の検討が必要となることに留意すること。

注5 プレテンは鋼材本数が多く、電気防食の効果は限定的・部分的となることがあるため留意が必要である。（最外縁の鋼材のみ対象とするなど、使い方を限定することで効果が得られる可能性がある）。延命措置として表面被覆or含浸を行い劣化の進行を遅らせつつ、あわせて将来的な架替えも計画する。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_間詰部（プレテンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が$1.2\text{kg}/\text{m}^3$以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が$1.2\text{kg}/\text{m}^3$以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

3.2 塩害_初期内在塩_間詰部【プレテンT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

- 同時期に建設された周辺橋梁における、内在塩に起因する塩害の発生状況
- **コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無**
- **コンクリート表面の浮き・剥落の有無**

詳細調査

- **コンクリート内の塩化物イオン濃度分布**
 - **かぶり深さ** (鋼材位置の塩化物イオン量を確認するため)
 - **コンクリート内の中性化深さ状況**
- **塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)**
 - **かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)**
 - **中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)**

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
塩化物総量規制：1986年（建設省通達）
- コンクリート配合表(使用材料・塩化物総量)
- 補修履歴の有無、損傷の調査記録、かぶりの調査記録

3.3 塩害_初期内在塩_桁部【ポステンT桁】

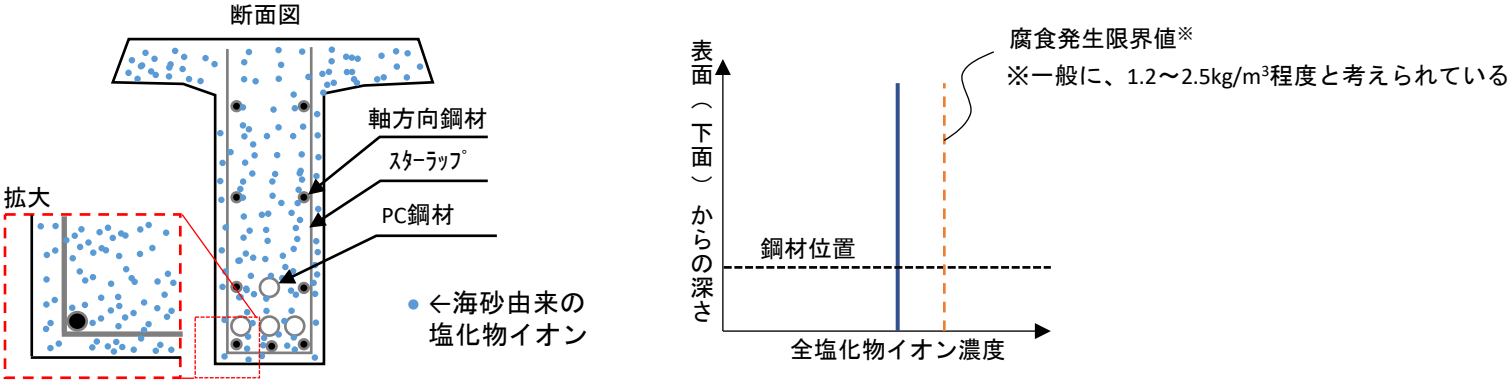
<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

初期内在塩による塩害の可能性はゼロではない。また間詰部は現場打ちであるため以下の2ケースを作成

3.3 主桁及び間詰部に初期内在塩が含まれていたケース

3.4 間詰部のみ初期内在塩が含まれていたケース

1. 洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進成分）の使用 外観変状無し

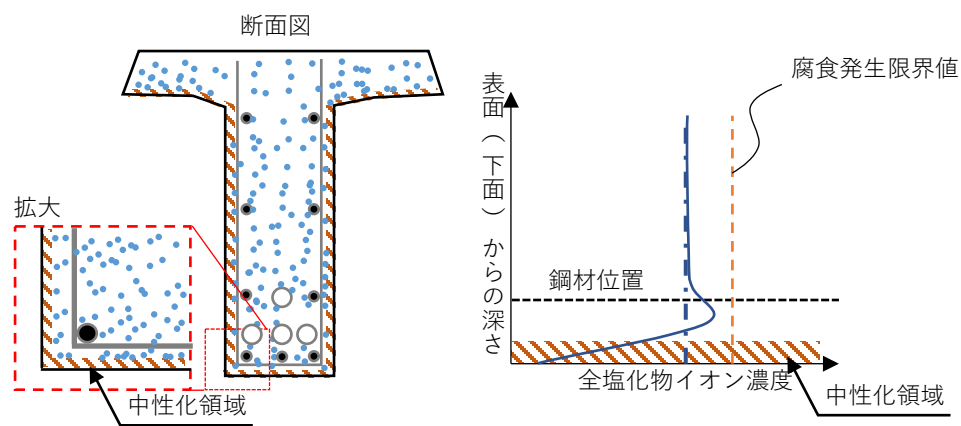


- 混和剤(減水剤、AE剤、硬化促進剤など)や海砂由来の塩化物イオンが内部に分布。
 - 塩化物イオン量総量規制(0.3kg/m³)に関する通達(S59)が適用される前の構造物は注意が必要。
- ※製造段階で塩化物イオン濃度が腐食発生限界値以上の場合は「4. 外側鋼材の一斉腐食」へ。
- <工法例> 表面被覆、含浸

3.3 塩害_初期内在塩_桁部【ポステンT桁】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

2. 中性化の進行 外観変状無し



< 中性化しやすい条件 >

材料条件

- 水セメント比W/Cが大きい（空隙量が多く、CO₂の拡散速度が早い）

施工条件

- かぶりが薄くなっている箇所
- 豆板やひび割れなどの欠陥部

環境条件

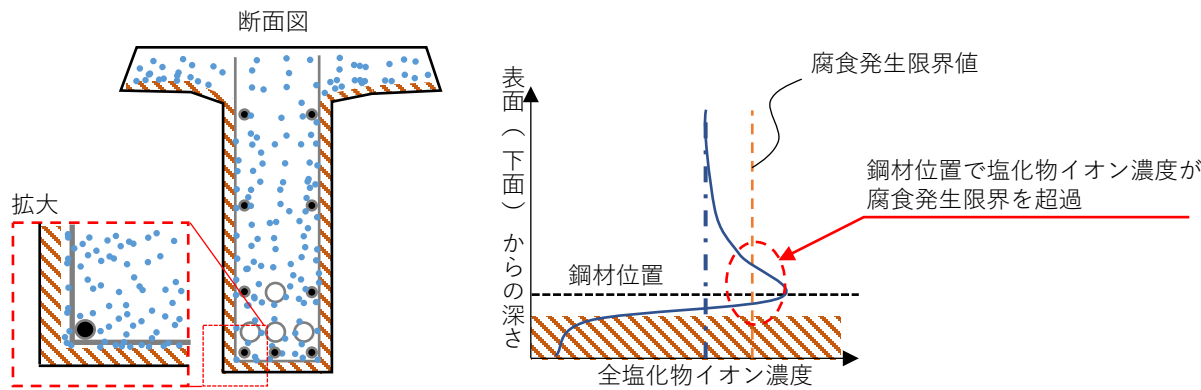
- 日射によって乾燥しやすい箇所（南面や西）
- 交通量が多くCO₂濃度が高い箇所

※参考資料として「土木研究所資料第4343号
コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル、H28.8」がある。

- 中性化領域の塩分が内部へ移動。中性化領域では塩分濃度が低くなり、その領域より内部では濃度が高くなる。
- < 工法例 > 表面被覆、含浸

<進展のメカニズム>

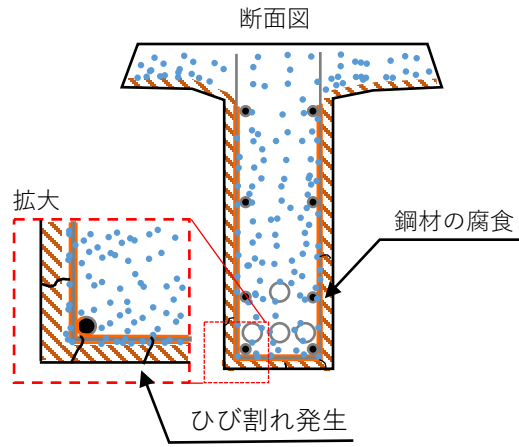
3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加 外観変状無し



- 中性化がさらに進行し、塩化物イオン濃度がさらに濃縮（内部へ移動）する。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超える。

<工法例> 表面被覆、含浸

4. 外側鋼材の一斉腐食とコンクリートのひび割れの発生 外観変状有り



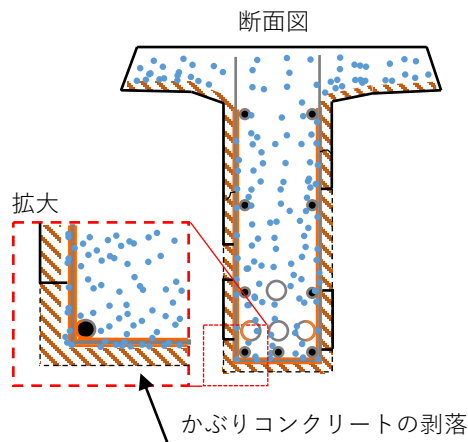
- 外側鋼材の表面的な腐食が広範囲で発生。
- 広範囲で同時に腐食が進行する場合あり。
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。

<工法例> 電気防食

<進展のメカニズム>

5. 鋼材腐食の進行

外観変状有り

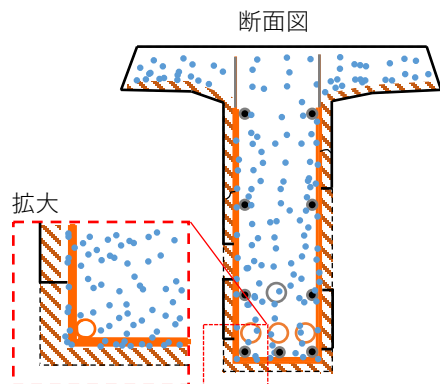


- ひび割れまたは剥離した部分から腐食因子が侵入するため鋼材腐食がさらに進行する。
- 鋼材の腐食が進行すると、鋼材とコンクリートの付着力が低下したり、鋼材間にもひび割れが発生し、かぶり部分が剥落する。
- かぶりコンクリートの剥落は、広範囲的に纏まって生じることが多い。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 電気防食、仮受け

6. 鋼材の破断

外観変状有り



- 鋼材の腐食が進行し、破断が発生。
- 部材の耐荷力低下が懸念される。
- 鋼材破断によりたわみが増加する。

<工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、仮受け架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_桁部（ポステンT桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

- 内在塩に起因する塩害は、2つの条件が満たされたときに生じる損傷である。
- ① 洗浄不十分な海砂または塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進剤など）の使用によりコンクリート中に塩分が存在する。
 - ② 中性化が生じたコンクリートである。
- 初期内在塩に起因する塩害は、予防保全的に損傷を特定することは困難である。一般的には、同時期に建設された周辺橋梁で初期内在塩による変状が生じた場合などをきっかけに特定の地域での全数調査が実施されることが、点検・診断のスタートとなる。

メカニズム		点検における 着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加 情報	対策 区分 判定 (案)		措置の方針	工法例
外観変状 無し	1. 洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤(硬化促進成分)の使用	—	—	—		S1	C1	延命（中性化の進行抑制）	表面被覆 ^{注1} 電気防食
	2. 中性化の進行	—	—	—		S1	C1		
	3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加	—	—	—		S1	C1	延命（遮塩、鋼材の防食）	表面被覆 ^{注1} 電気防食
外観変状 有り	4. 外側鋼材の一斉腐食	・ コンクリートのひび割れ(錆汁を伴う場合もある)	・ はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・ 鋼材に沿ったひび割れが発生(錆汁を伴う場合もある)		C2		延命 ^{注2} （鋼材の防食）	電気防食
	5. 鋼材腐食の進行	・ コンクリートの浮き、剥落 ・ 腐食鋼材の露出、断面積減少	・ はつり調査、コア・ドリル削孔（鋼材が露出していない場合）	・ 浮き、剥落が発生 ・ 腐食鋼材の露出が発生		C2		延命 ^{注2} （鉄筋の防食）	電気防食 仮受け
	6. 鋼材の破断	・ 鋼材の破断	—	・ 鋼材の破断が発生		E1		危機管理	モニタリング、 交通規制・ 通行止め 仮受け 架替え ^{注4}
								緊急措置（変状が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め 仮受け 架替え ^{注4}

注1 初期内在塩に対して中性化の進行抑制として表面被覆^{or}含浸を実施することは、必ずしも効果を期待できるものではない。建設後早期（弱材齢時）に内在塩が含まれることが発覚し塩分濃縮が進行していないことも確認できている場合や、塩分濃縮が進行した箇所に対して部分打替えを実施して打替え後のコンクリートに対して中性化の進行を抑制する場合等、採用には十分検討が必要である。

注2 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え・鋼材防錆実施後は必要に応じて断面修復を実施する。

注4 架橋条件によりすぐに架替えが困難な場合は、別途対応を検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_桁部（ポステンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

3.3 塩害_初期内在塩_桁部【ポステンT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 同時期に建設された周辺橋梁における、内在塩に起因する塩害の発生状況
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鋼材位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

詳細調査

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

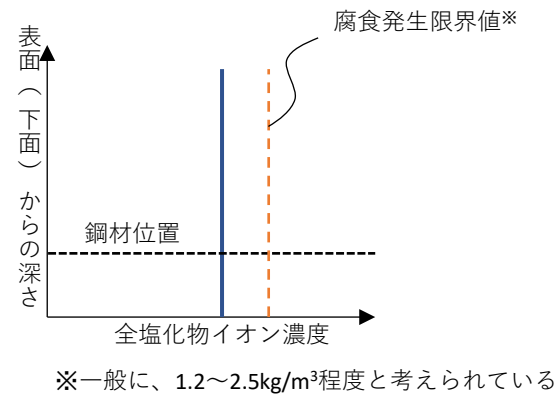
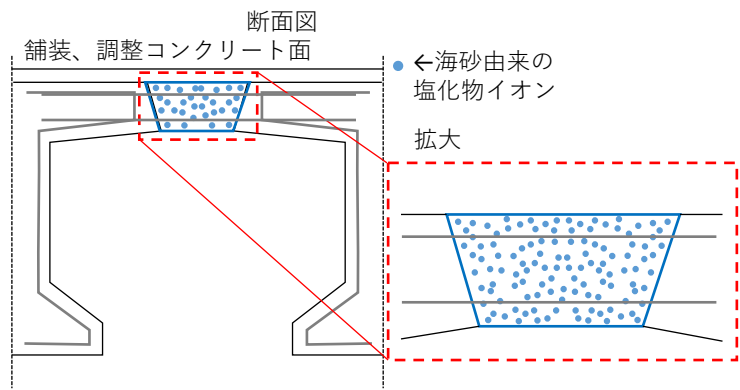
青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
塩化物総量規制：1986年（建設省通達）
- コンクリート配合表(使用材料・塩化物総量)
- 補修履歴の有無、損傷の調査記録、かぶりの調査記録

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

1. 洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進成分）の使用 外観変状無し

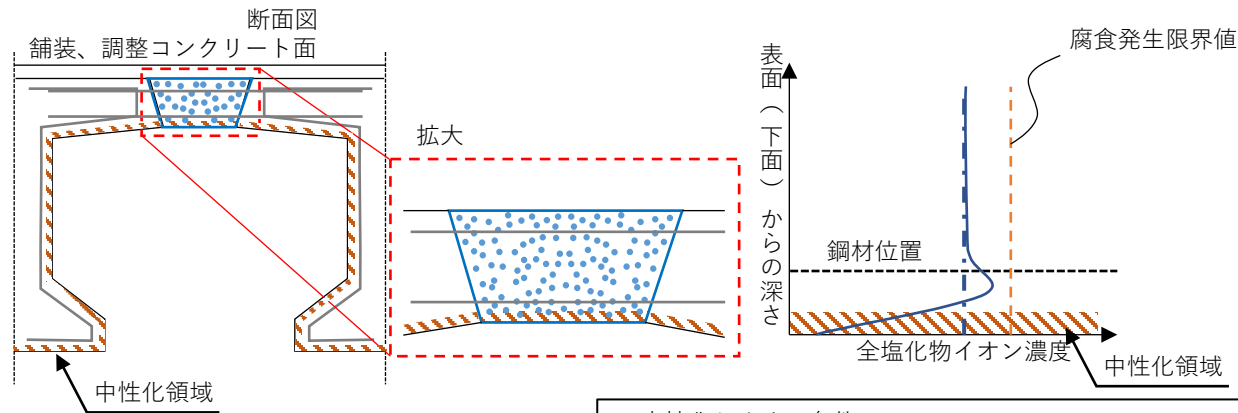


- 混和剤(減水剤、AE剤、硬化促進剤など)や海砂由来の塩化物イオンが内部に分布。
- 塩化物イオン量総量規制(0.3kg/m³)に関する通達(S59)が適用される前の構造物は注意が必要。
- ※製造段階で塩化物イオン濃度が腐食発生限界値以上の場合は「4. 外側鋼材の一斉腐食」へ。

<工法例> 表面被覆、含浸

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

2. 中性化の進行 外観変状無し



- 中性化領域の塩分が内部へ移動。中性化領域では塩分濃度が低くなり、その領域より内部では濃度が高くなる。
- <工法例> 表面被覆、含浸

<中性化しやすい条件>

材料条件

- 水セメント比W/Cが大きい（空隙量が多く、CO₂の拡散速度が早い）

施工条件

- かぶりが薄くなっている箇所
- 豆板やひび割れなどの欠陥部

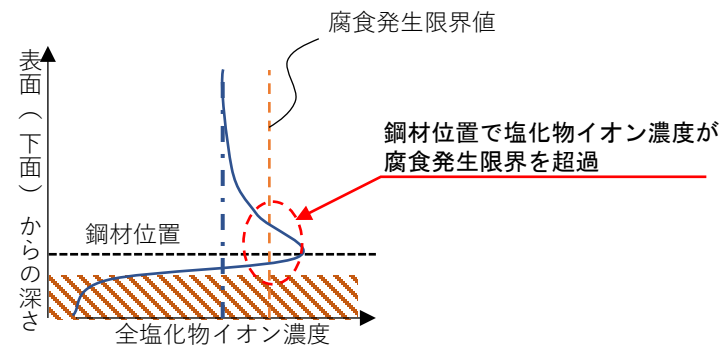
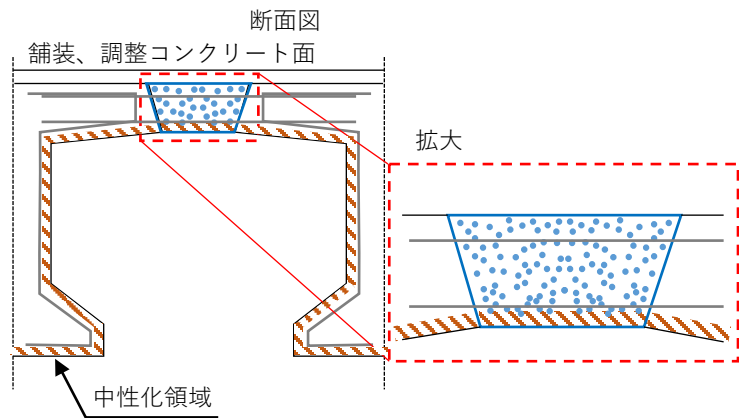
環境条件

- 日射によって乾燥しやすい箇所（南面や西）
- 交通量が多くCO₂濃度が高い箇所

※参考資料として「土木研究所資料第4343号 コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル、H28.8」がある。

<進展のメカニズム>

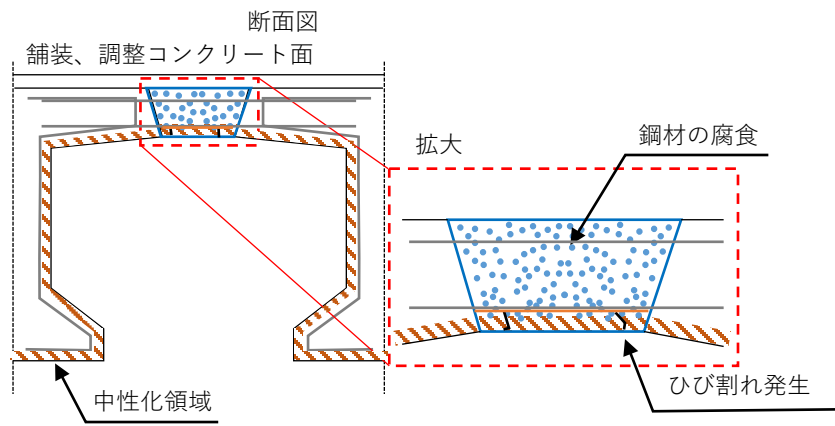
3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加 外観変状無し



- 中性化がさらに進行し、塩化物イオン濃度がさらに濃縮（内部へ移動）する。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超える。

<工法例> 表面被覆、含浸

4. 外側鋼材の一斉腐食とコンクリートのひび割れの発生 外観変状有り



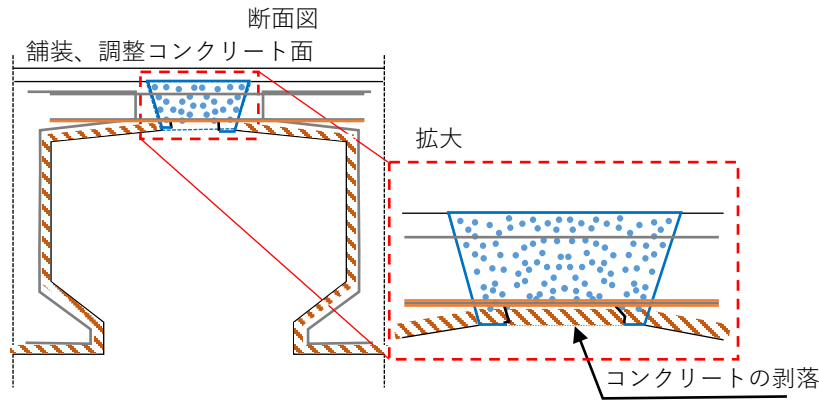
- 外側鋼材の表面的な腐食が広範囲で発生。
- 広範囲で同時に腐食が進行する場合あり。
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。

<工法例> 電気防食

<進展のメカニズム>

5. 鋼材腐食の進行

外観変状有り

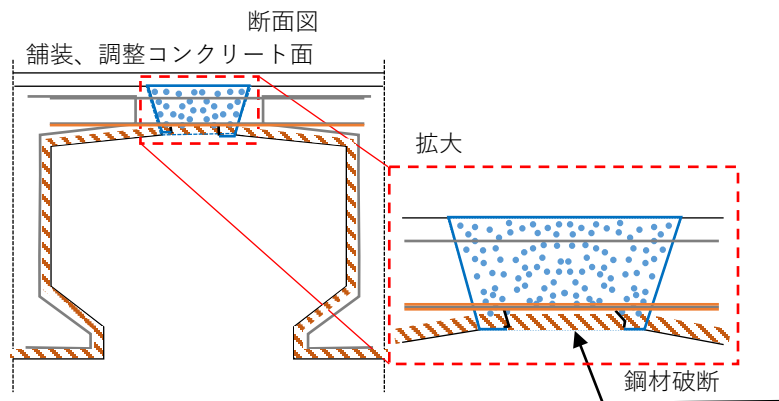


- ひび割れまたは剥離した部分から腐食因子が侵入するため鋼材腐食がさらに進行する。
- 鋼材の腐食が進行すると、鋼材とコンクリートの付着力が低下したり、鋼材間にもひび割れが発生し、かぶり部分が剥落する。
- かぶりコンクリートの剥落は、広範囲的に纏まって生じることが多い。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 電気防食、仮受け

6. 鋼材の破断

外観変状有り



- 鋼材の腐食が進行し、破断が発生。
- 部材の耐荷力低下が懸念される。
- 鋼材破断によりたわみが増加する。

<工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、仮受け、架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_問詰部（ポステンT桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

- 内在塩に起因する塩害は、2つの条件が満たされたときに生じる損傷である。
- ①洗浄不十分な海砂または塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進剤など）の使用によりコンクリート中に塩分が存在する。
 - ②中性化が生じたコンクリートである。
- 初期内在塩に起因する塩害は、予防保全的に損傷を特定することは困難である。一般的には、同時期に建設された周辺橋梁で初期内在塩による変状が生じた場合などをきっかけに特定の地域での全数調査が実施されることが、点検・診断のスタートとなる。

メカニズム		点検における 着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加 情報	対策 区分 判定 (案)		措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤(硬化促進成分)の使用	—	—	—		S1	C1	延命（中性化の進行抑制）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食
	2.中性化の進行	—	—	—		S1	C1		
	3.塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加	—	—	—		S1	C1	延命（遮塩、鋼材の防食）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食
外観変状 有り	4.外側鋼材の一斉腐食	・コンクリートのひび割れ(錆汁を伴う場合もある)	・はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鋼材に沿ったひび割れが発生(錆汁を伴う場合もある)		C2		延命 ^{注2} （鋼材の防食）	電気防食
	5.鋼材腐食の進行	・コンクリートの浮き、剥落 ・腐食鋼材の露出、断面積減少	・はつり調査、コア・ドリル削孔（鋼材が露出していない場合）	・浮き、剥落が発生 ・腐食鋼材の露出が発生		C2		延命 ^{注2} （鉄筋の防食）	電気防食 仮受け
	6.鋼材の破断	・鋼材の破断	—	・鋼材の破断が発生		E1		危機管理	モニタリング、 交通規制・ 通行止め 仮受け 架替え ^{注4}
								緊急措置（変状が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め 仮受け 架替え ^{注4}

注1 初期内在塩に対して中性化の進行抑制として表面被覆or含浸を実施することは、必ずしも効果を期待できるものではない。建設後早期（弱材齢時）に内在塩が含まれることが発覚し塩分濃縮が進行していないことも確認できている場合や、塩分濃縮が進行した箇所に対して部分打替えを実施して打替え後のコンクリートに対して中性化の進行を抑制する場合等、採用には十分検討が必要である。

注2 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲が全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え・鋼材防錆実施後は必要に応じて断面修復を実施する。

注4 抜本的な対策として有効であることから施工事例は少ないものの適用できる。ただし、打替えにより取り除いた箇所の周辺にプレストレスが再分配されることを踏まえた詳細な補修の検討が必要となることに留意すること

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩_間詰部（ポステンT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断又は曲げひび割れの発生。	—
E2	—	—

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

3.4 塩害_初期内在塩_間詰部【ポステンT桁】

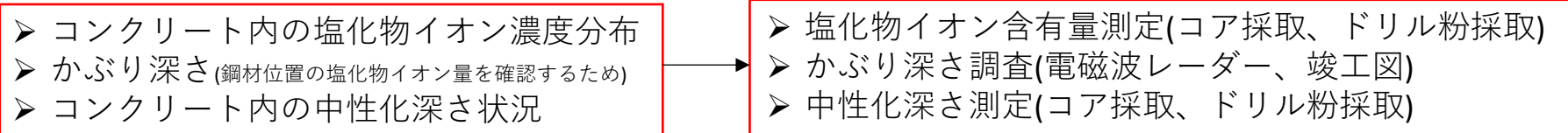
<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鋼材腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鋼材の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鋼材腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

- 同時期に建設された周辺橋梁における、内在塩に起因する塩害の発生状況
- **コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無**
- **コンクリート表面の浮き・剥落の有無**

詳細調査



青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

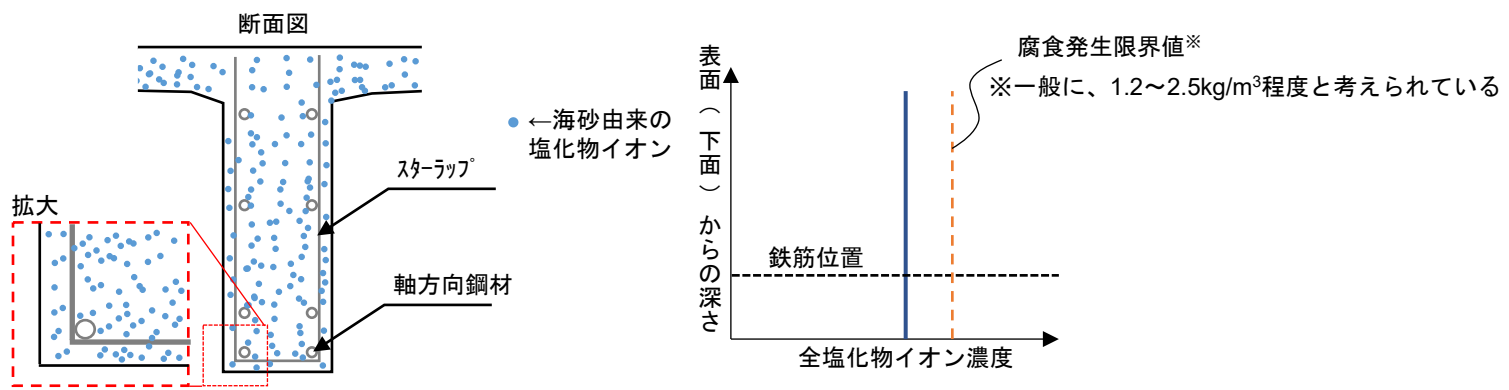
<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
 塩化物総量規制：1986年（建設省通達）
- コンクリート配合表(使用材料・塩化物総量)
- 補修履歴の有無、損傷の調査記録、かぶりの調査記録

3.5 塩害_初期内在塩【RCT桁】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

1. 洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進成分）の使用 外観変状無し



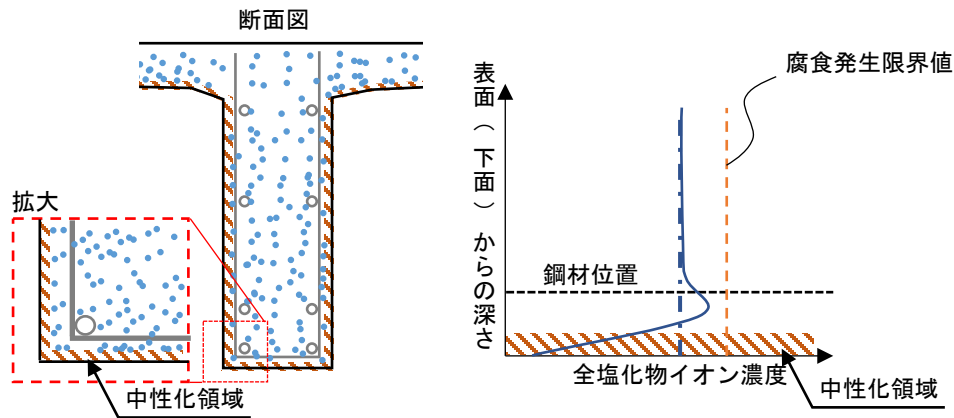
- 混和剤(減水剤、AE減水剤、硬化促進剤など)や海砂由来の塩化物イオンが内部に分布。
 - 塩化物イオン量総量規制(0.3kg/m³)に関する通達(S59)が適用される前の構造物は注意が必要。
- ※製造段階で塩化物イオン濃度が腐食発生限界値以上の場合は「4. 外側鉄筋の一斉腐食」へ。

<工法例> 表面被覆、含浸

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

2. 中性化の進行

外観変状無し



<中性化しやすい条件>

材料条件

- 水セメント比W/Cが大きい（空隙量が多く、CO₂の拡散速度が早い）

施工条件

- かぶりが薄くなっている箇所
- 豆板やひび割れなどの欠陥部

環境条件

- 日射によって乾燥しやすい箇所（南面や西）
- 交通量が多くCO₂濃度が高い箇所

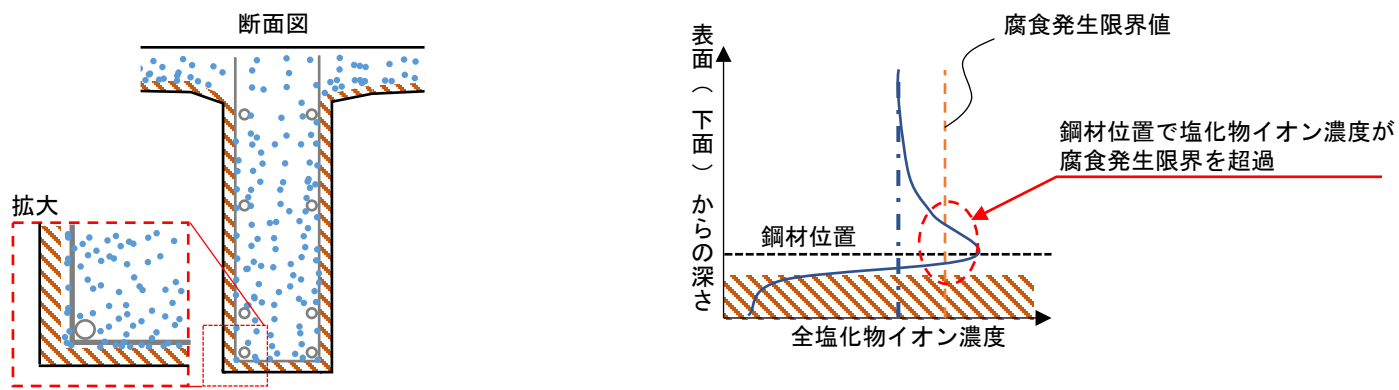
※参考資料として「土木研究所資料第4343号
コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル、H28.8」がある。

- 中性化領域の塩分が内部へ移動。中性化領域では塩分濃度が低くなり、その領域より内部では濃度が高くなる。

- <工法例> 表面被覆、含浸

<進展のメカニズム>

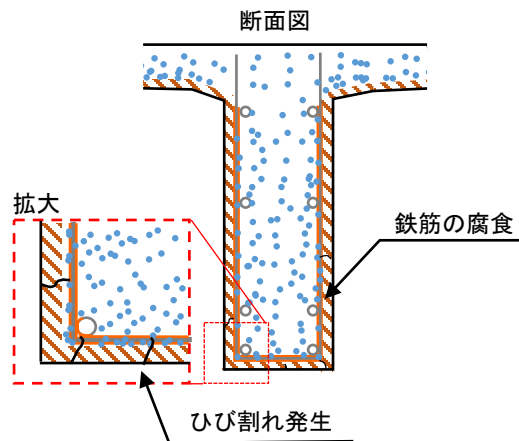
3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加 外観変状無し



- 中性化がさらに進行し、塩化物イオン濃度がさらに濃縮（内部へ移動）する。
- 鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超える。

<工法例> 表面被覆、含浸

4. 外側鉄筋の一斉腐食とコンクリートのひび割れの発生 外観変状有り



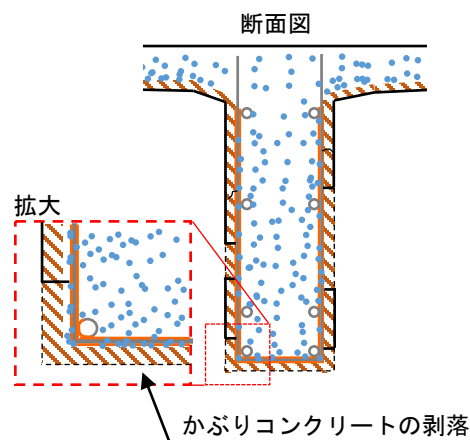
- 外側鉄筋の表面的な腐食が広範囲で発生。
- 広範囲で同時に腐食が進行する場合あり。
- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。

<工法例> 電気防食、

<進展のメカニズム>

5. 鉄筋腐食の進行

外観変状有り

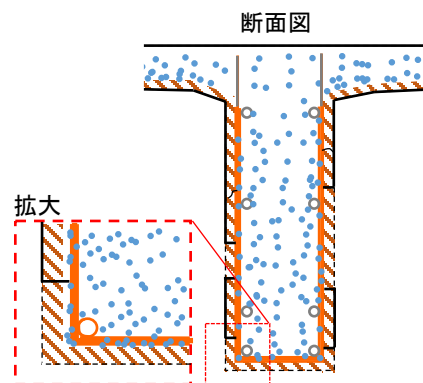


- ひび割れまたは剥離した部分から腐食因子が侵入するため鉄筋腐食がさらに進行する。
- 鉄筋の腐食が進行すると、鉄筋とコンクリートの付着力が低下したり、鉄筋間にもひび割れが発生し、かぶり部分が剥落する。
- かぶりコンクリートの剥落は、広範囲的に纏まって生じることが多い。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 電気防食、仮受け

6. 鉄筋の破断

外観変状有り



- 鉄筋の腐食が進行し、破断が発生。
- 部材の耐荷力低下が懸念される。
- 鉄筋破断によりたわみが増加する。

<工法例> モニタリング、交通規制・通行止め、仮受け架替え

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩（RCT桁）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

- 内在塩に起因する塩害は、2つの条件が満たされたときに生じる損傷である。
- ①洗浄不十分な海砂または塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進剤など）の使用によりコンクリート中に塩分が存在する。
 - ②中性化が生じたコンクリートである。
- 初期内在塩に起因する塩害は、予防保全的に損傷を特定することは困難である。一般的には、同時期に建設された周辺橋梁で初期内在塩による変状が生じた場合などをきっかけに特定の地域での全数調査が実施されることが、点検・診断のスタートとなる。

メカニズム		点検における着目点 (定期点検)	診断に必須な 詳細調査	診断の決め手となる情報 (措置方針の判断根拠) ※留意事項は次々頁参照	追加情報	対策区分判定 (案)		措置の方針	工法例
外観変状 無し	1.洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤(硬化促進成分)の使用	—	—	—		S1	C1	延命（中性化の進行抑制）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食 ^{注4}
	2.中性化の進行	—	—	—		S1	C1		
	3.塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加	—	—	—		S1	C1	延命（塩化物イオン浸透量の低減・除去、鉄筋の防食）	表面被覆or含浸 ^{注1} 電気防食 ^{注4}
外観変状 有り	4.外側鉄筋の一斉腐食	・コンクリートのひび割れ(錆汁を伴う場合もある)	・はつり調査、コア・ドリル削孔（ひび割れに錆汁が生じていない場合）	・鉄筋に沿ったひび割れが発生(錆汁を伴う場合もある)		C2		延命 ^{注2} （塩化物イオンの除去、鉄筋の防食）	電気防食 ^{注4}
	5.鉄筋腐食の進行	・コンクリートの浮き、剥落 ・腐食鉄筋の露出、断面積減少	・はつり調査、コア・ドリル削孔（鉄筋が露出していない場合）	・浮き、剥落が発生 ・腐食鉄筋の露出が発生		C2		延命 ^{注2} （塩化物イオンの除去、鉄筋の防食）	電気防食 ^{注4} 仮受け
	6.鉄筋の破断	・鉄筋の破断	—	・鉄筋の破断が発生		E1		危機管理	モニタリング、交通規制・通行止め 仮受け 架替え ^{注5}
								緊急措置（変状が複数本の桁に発生等）※詳細調査を行い個別に検討	通行止め 仮受け 架替え ^{注5}

注1 初期内在塩に対して中性化の進行抑制として表面被覆or含浸を実施することは、必ずしも効果を期待できるものではない。建設後早期（弱材齢時）に内在塩が含まれることが発覚し塩分濃縮が進行していないことも確認できている場合や、塩分濃縮が進行した箇所に対して部分打替えを実施して打替え後のコンクリートに対して中性化の進行を抑制する場合等、採用には十分検討が必要である。

注2 外観変状発生箇所のマッピングを行い、外観変状発生範囲は全面的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。
なお、架替えまでの延命処置として、断面修復（部分打替え・鉄筋防錆）、表面被覆または表面含浸などの実施についても検討する必要がある。

注3 塩化物イオンの除去を目的とした部分打替え・鉄筋防錆実施後は必要に応じて断面修復を実施する。

注4 RCT桁橋は経済性をふまえると架替えが基本となり、電気防食が工法として採用される事例はない。ただし、延命措置としては有効であるため、工法例に記載した

注5 架橋条件によりすぐに架替えが困難な場合は、別途対応を検討する必要がある。

各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由

診断セット【コンクリート桁（桁橋）_塩害_初期内在塩（RCT桁）】

対策区分判定(案)	各損傷の進行度(メカニズム)に対して対策区分を当てはめた理由	不足する情報
(A)※	〈理由〉 ・定期点検で知りうる範囲では、変状が認められない状態。 〈例〉 ・変状がない状況。	
(B)※	〈理由〉 ・変状があり補修の必要があるものの、直ちに補修するほど緊急性はなく、次回定期点検まで放置しても構造物の安全性が著しく損なわれることはない状況。 〈例〉 ・前回点検結果と比較して変化が小さい	
C1	〈理由〉 ・塩分が侵入しているが、腐食は生じていない。一方で次回点検まで放置すると、耐久性が低下することが懸念される。予防保全的な観点から塩分の侵入または鉄筋の腐食を防止する対策を行うことで耐久性を確保できる可能性が高い。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であっても、腐食が発生していない状態。	
C2	〈理由〉 ・塩分が侵入しており、かつ既に鋼材の腐食が生じているため、耐荷力の低下が生じている。又は、腐食が生じている可能性が高く、耐荷力の低下が懸念される。次回点検まで放置すると、部材の機能や安全性の低下が著しいと考えられる。 〈判定条件の例〉 ・鋼材位置の塩分量が1.2kg/m^3以上であり、既に塩分浸透による鋼材の腐食が確認されている。	
E1	〈理由〉 ・鋼材の腐食が著しく進行しており、損傷の進行の確実な制御が困難な状態である。 〈判定条件の例〉 ・複数本の鉄筋の破断の発生。	—
S2	〈理由〉 ・補修工法の効果が限定的・部分的でモニタリングが必要な状態である。 〈判定条件の例〉 ・鋼材腐食の発生または腐食が進行していることが確認されている。	

※基本的に、外観変状が有ること、もしくは塩害特定点検が行われ塩分が判明している場合にはその結果から、飛来塩の塩害の診断スタートとなる。このため、現状では、AやBに判定されるケースはほぼ無く、架け替えまでの期間を考慮すると、措置の必要性が低い場合等が該当するのみとなる。

3.5 塩害_初期内在塩【RCT桁】

<診断上の留意点>

- 塩害はコンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展を目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- RC構造であるので、PC橋に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きい構造物は内部浸透速度が速い。
- 補修後の再劣化として、塩化物イオンの不十分な除去や再浸透による鉄筋腐食や、断面修復材の剥離・マクロセル腐食に留意する必要がある。

<損傷及び原因の特定のために必要な情報>

青字：近接目視で確認可能
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

- 同時期に建設された周辺橋梁における、内在塩に起因する塩害の発生状況
- コンクリート表面のひび割れ、錆汁の有無
- コンクリート表面の浮き・剥落の有無

詳細調査

- コンクリート内の塩化物イオン濃度分布
- かぶり深さ(鋼材位置の塩化物イオン量を確認するため)
- コンクリート内の中性化深さ状況

- 塩化物イオン含有量測定(コア採取、ドリル粉採取)
- かぶり深さ調査(電磁波レーダー、竣工図)
- 中性化深さ測定(コア採取、ドリル粉採取)

<矛盾がないことを確認するための台帳情報>

- 架設年代
塩化物総量規制：1986年（建設省通達）
- コンクリート配合表(使用材料・塩化物総量)
- 補修履歴の有無、損傷の調査記録、かぶりの調査記録