

コンクリート桁（床版橋）（塩害）

目 次

0. 概要	3
1. 塩害_飛来塩	8
1.1 塩害_飛来塩【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】	8
1.2 塩害_飛来塩【RC中実床版橋】	18
2. 塩害_凍結防止剤	29
2.1 塩害_凍結防止剤【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】	29
2.2 塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による床版端部の損傷【RC中実床版橋】	38
2.3 塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷【RC中実床版橋】	48
2.4 塩害_凍結防止剤_縦目地部からの漏水による床版の損傷【RC中実床版橋】	56
3. 塩害_初期内在塩	64
3.1 塩害_初期内在塩【RC中空床版橋・ポステン中空床版橋】	64
3.2 塩害_初期内在塩【RC中実床版橋】	71

0. 概要

作成する診断セット

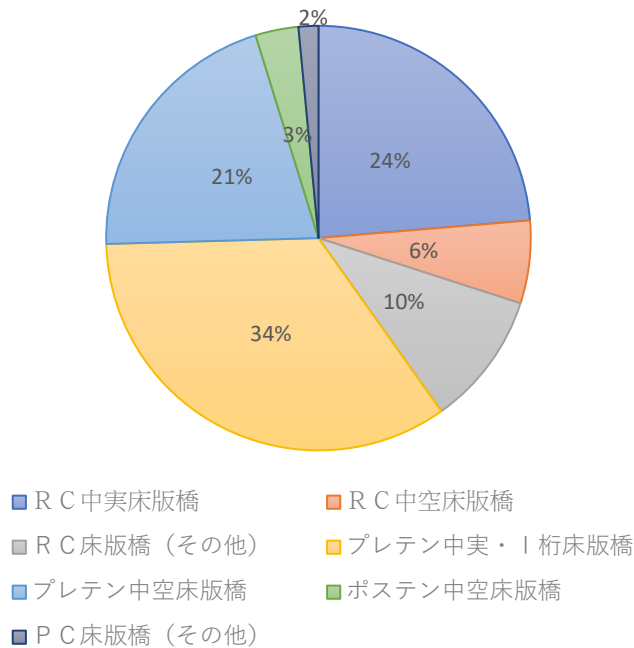
進展等のメカニズム
があるものの中で
件数が多い損傷に着目

- ・ 2014～2018年を対象。
 - ・ 直轄管理の橋梁を対象。
 - ・ 床版橋における上部工の
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

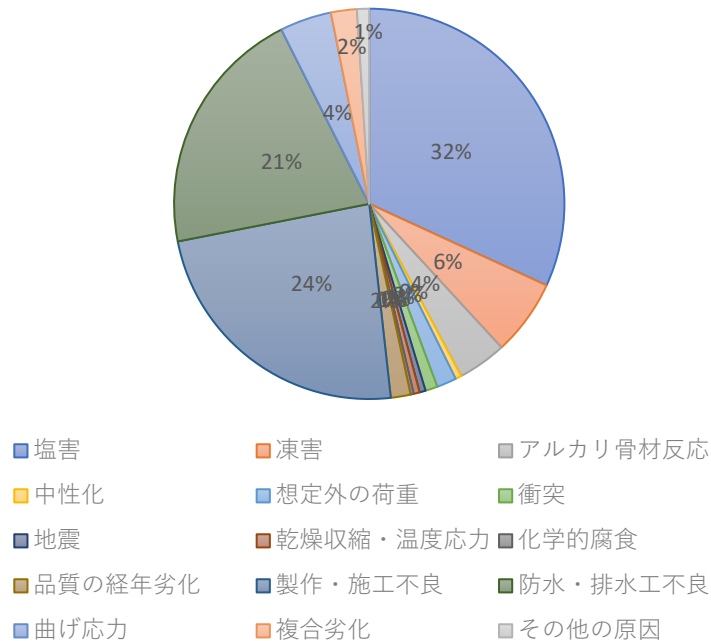
	RC中実床 版橋	RC中空床 版橋	RC床版橋 (その他)	プレテン中 実・I桁床 版橋	プレテン中 空床版橋	ポステン 中空床版 橋	PC床版橋 (その他)	床版橋 合計
塩害	18	0	60	157	18	0	0	253
凍害	0	3	0	33	1	13	0	50
ASR	2	0	0	0	30	0	0	32
中性化	4	0	0	0	0	0	0	4
想定外の荷重	5	0	1	5	0	0	2	13
衝突	0	0	0	8	0	0	0	8
地震	0	0	0	3	1	0	0	4
乾燥収縮・温度応力	1	0	0	1	0	2	0	4
化学的腐食	2	0	0	0	0	0	0	2
品質の経年劣化	10	0	1	0	1	0	1	13
製作・施工不良	109	13	7	35	9	7	8	188
防水・排水工不良	36	0	11	26	87	4	0	164
曲げ応力	0	34	0	0	0	0	0	34
複合劣化	0	0	0	0	17	0	0	17
その他の原因	1	0	1	5	0	0	1	8
計	188	50	81	273	164	26	12	794
<参考> 橋梁数	4,962 (39%)	407 (3%)	365 (3%)	3,777 (30%)	2,007 (16%)	1,011 (8%)	212 (2%)	12,743 (100%)

※単位：点検部材数×点検年

床版橋の全損傷数に対する構造形式ごとの割合



床版橋の全構造形式に対する損傷原因の割合



作成する診断セット

「塩害」は、外的要因として飛来塩による塩害と凍結防止剤による塩害

内的要因として初期内在塩による塩害を整理（ただし、発生事例は多くはない）。

「製作・施工不良」は、損傷事例の写真をもとにかぶり不足や締固不良を整理。

「防水・排水工不良」は、防水層未設置や伸縮装置部・縦目地等からの漏水に留意し変状の傾向を整理。

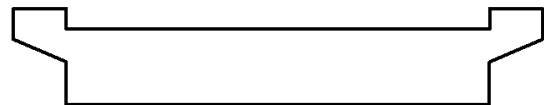
直轄橋梁数		
C2判定損傷橋梁数		R C 中実床 版橋
1	疲労	0
2	塩害	11
3	凍害	2
4	ASR	2
5	中性化	1
6	想定外の荷重	2
7	衝突	0
8	地震	0
9	乾燥収縮・温度応力	1
10	化学的腐食	1
11	品質の経年劣化	4
12	製作・施工不良	74
13	防水・排水工不良	23
14	その他	1
	計	122
<参考> 橋梁数		4,569 (37.1%)

※単位：橋梁数

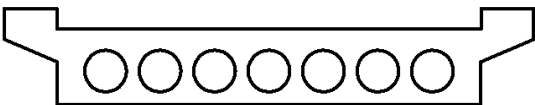
床版橋上部構造の代表的な形式

< RC構造 >

中実床版橋

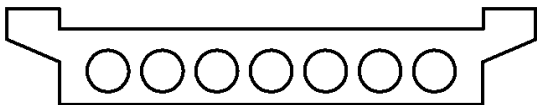


中空床版橋



< PC構造 >

ポステン中空床版橋



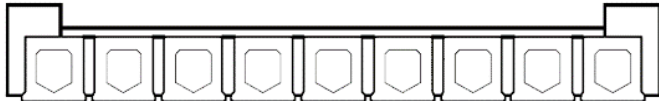
プレテンI桁床版橋 (旧JIS桁※H3廃止)



プレテン中実床版橋



プレテン中空床版橋



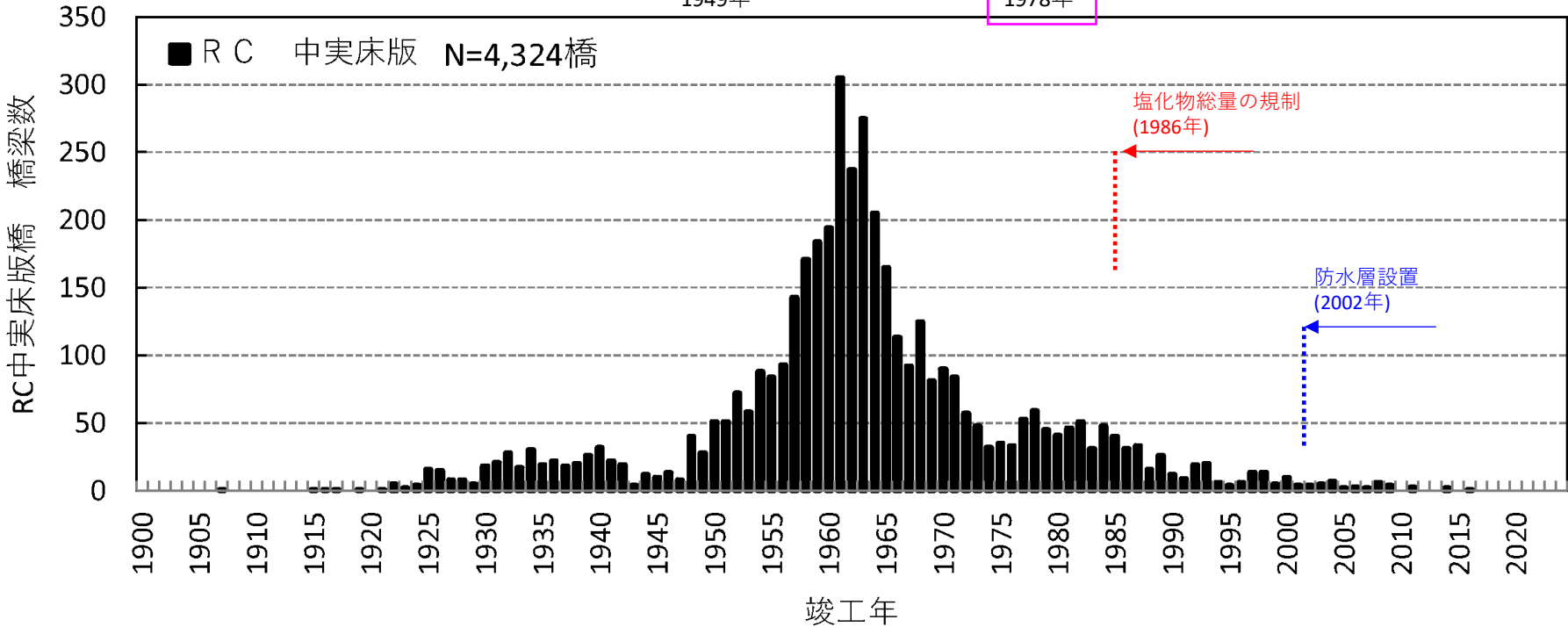
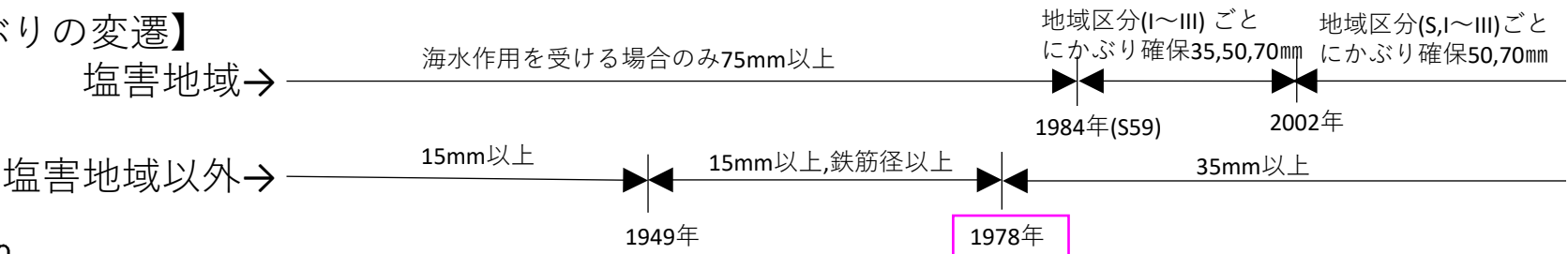
		5	10	15	20	25	30m	床版厚と 支間の比
RC 構造	中 実 床 版 橋	—						1/13~1/17
	中 空 床 版 橋		—					1/16~1/18
P C 構 造	ポステンション (一方向PC 他RC構造)				—			1/18~1/20
	プレテンション (二方向PC構 造)	—						1/16~1/22
			—					1/22~1/27

出典：コンクリート道路橋設計便覧、H6.2、日本道路協会※一部修正

条件の整理

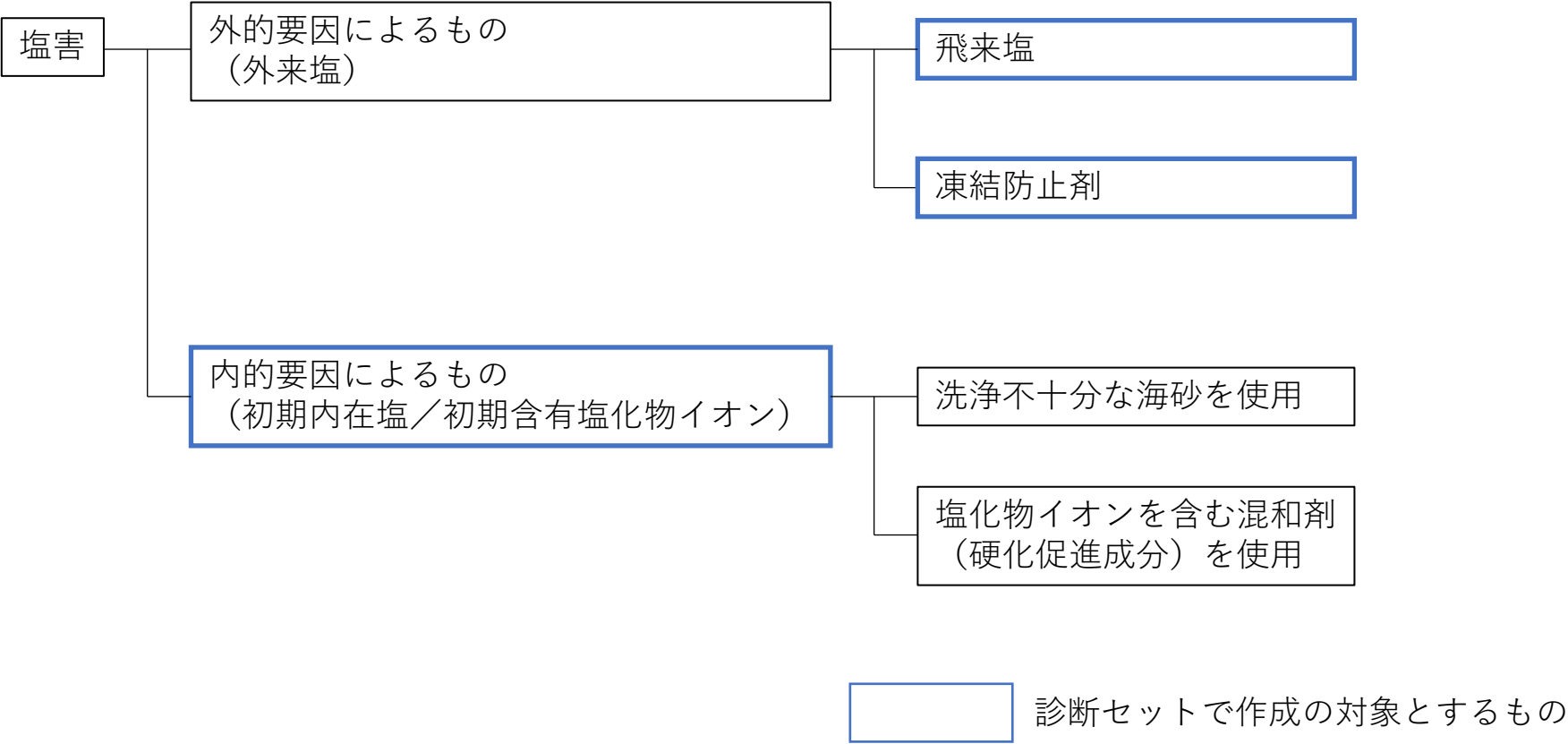
- ・診断セットにおける条件の整理のため、現存する直轄管理のRC中実床版橋の竣工年と基準を整理した。
- ・現存するRC中実床版橋の多くは、「鉄筋のかぶり（35mm以上）や塩害かぶり」、「塩化物総量規制」、「防水層設置の義務化」に関する基準制定前に竣工された橋梁である。よって、メカニズムは、上記を条件として整理する。
- ・RC中実床版橋の多くは竣工年が古く、品質が劣っている場合が多いため、将来的な架替えを念頭に措置の方針を整理する。

【かぶりの変遷】



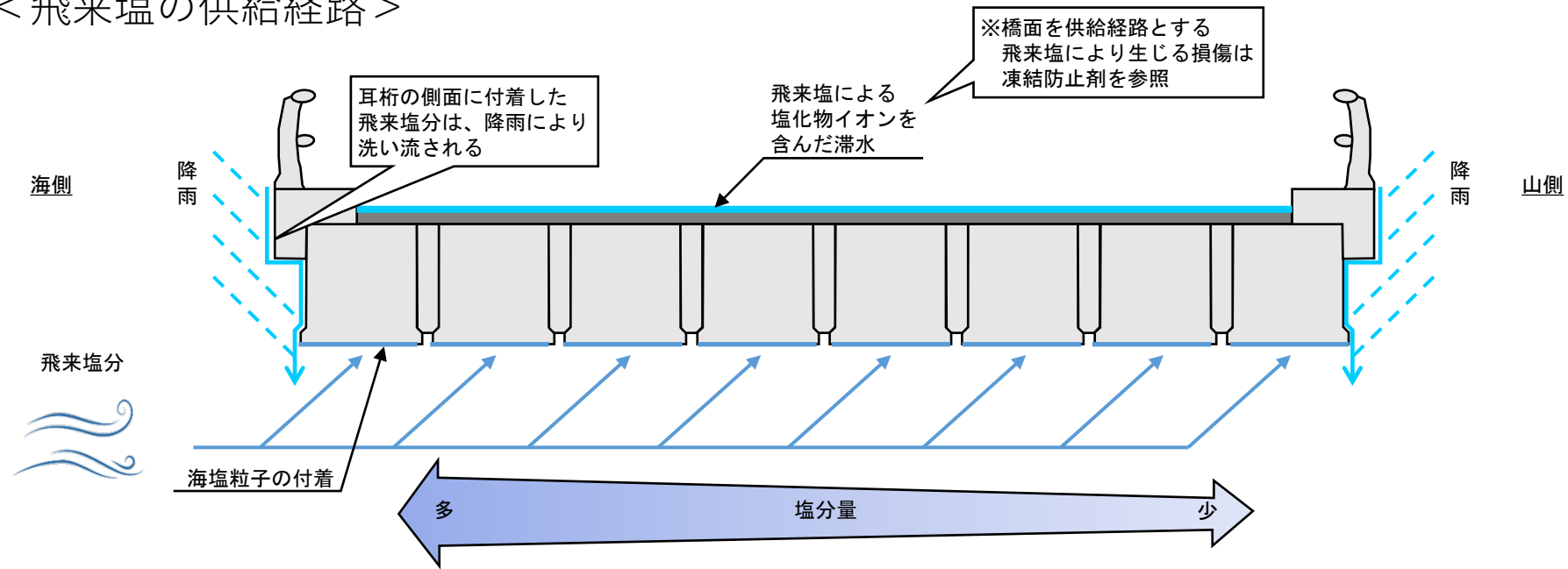
0. 概要

- 塩害における診断セットで対象とするものは、以下青枠のとおりとする。
- 初期内在塩による塩害は、点検調書に基づく判断は一般に困難であるものの、塩化物量規制（1986年）の適用前に竣工した橋梁が多く存在し、初期内在塩による塩害が発生する可能性は考えられるためメカニズムを整理する。



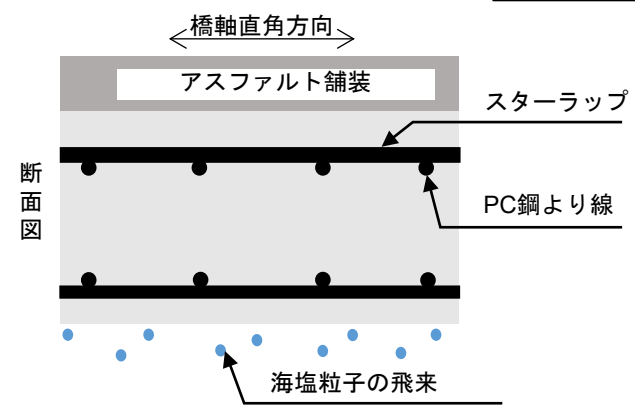
1.1 塩害_飛来塩【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

- 進展のメカニズム
＜飛来塩の供給経路＞



1. 塩化物イオンの供給

外観変状無し



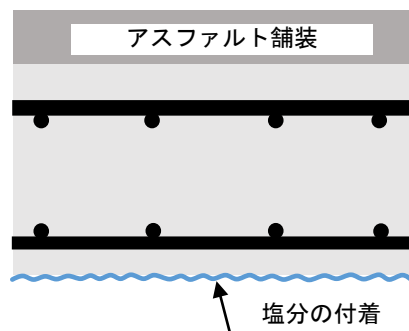
- 風により海砂粒子が飛来する。

1.1 塩害_飛来塩【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

• 進展のメカニズム

2. コンクリート表面への塩分の付着

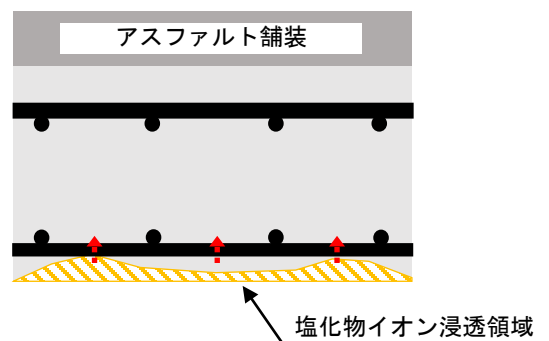
外観変状無し



- コンクリート表面に飛来塩分が付着する。

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）

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鋼材の腐食を予防できない場合がある。

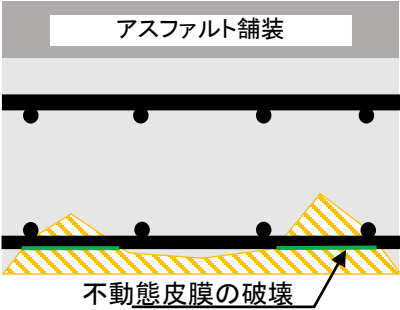
1.1 塩害_飛来塩【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

• 進展のメカニズム

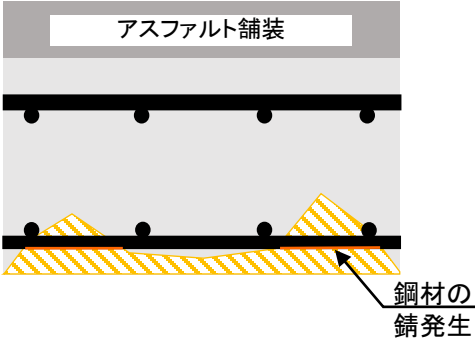
4. 鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 以上

外観変状無し

4-1. 鋼材の錆未発生



4-2. 鋼材の錆発生



本診断セットにおける
鋼材の“錆”と“腐食”の用語の使い分け

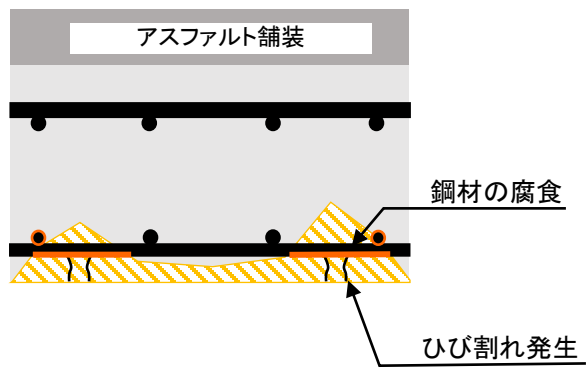
- <錆>
- 鋼材に体積膨張が生じていない、もしくは、コンクリートにひび割れ等の外観変状が生じない程度のわずかな体積膨張が鋼材に生じている
- <腐食>
- コンクリートにひび割れ・浮き・剥落等の外観変状を生じさせるほどの体積膨張が鋼材に生じている

- 強いアルカリ環境下では鋼材は腐食しないが、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。

• 進展のメカニズム

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



本診断セットにおける
鋼材の”錆”と”腐食”の用語の使い分け

- <錆>
- 鋼材に体積膨張が生じていない、もしくは、コンクリートにひび割れ等の外観変状が生じない程度のわずかな体積膨張が鋼材に生じている
- <腐食>
- コンクリートにひび割れ・浮き・剥落等の外観変状を生じさせるほどの体積膨張が鋼材に生じている

- 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。
- 高強度のPCプレテンション桁の場合、ひび割れと錆汁の発現順序はひび割れが先とは限らない。※1
- 鋼材が腐食すると体積が2～4倍に膨張する※2ため、コンクリートに膨張圧が生じてひび割れが発生し、腐食速度が上昇する。
- 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。
- 鋼材腐食の進行は、コンクリートの酸素透過性や密実性など多くの因子が影響するため、進行の正確な予測は難しい。

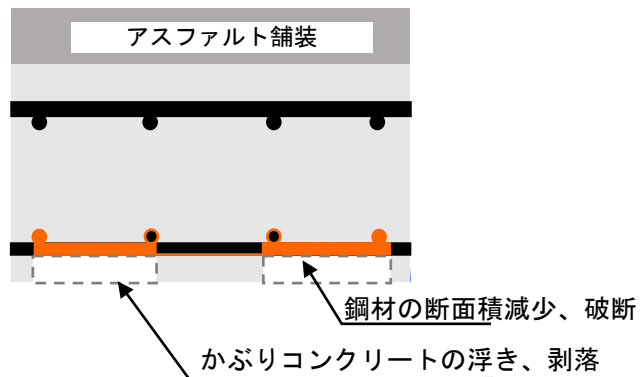
※1 朝倉啓二：コンクリート橋の塩害損傷である錆汁と腐食ひび割れの発現順序に関する一考察、土木学会第71回年次学術講演会、pp.1117、2016
※2 コンクリート診断技術'20[基礎編]、日本コンクリート工学会、P.40、2020

1.1 塩害_飛来塩【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

• 進展のメカニズム

6. 鋼材腐食の進行

外観変状有り



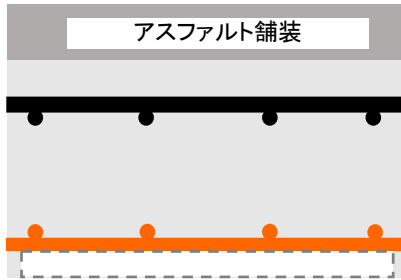
- 鋼材腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- 腐食が進行し、破断が発生する。
- 鋼材の腐食が進行すると、鋼材とコンクリートの付着力が低下したり、鋼材間にもひび割れが発生し、かぶりコンクリートが剥落する。
- かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- コンクリートの剥落が進むと、鋼材は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 桁下条件によっては第三者被害が発生する。

1.1 塩害_飛来塩【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

• 進展のメカニズム

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。
- 鋼材破断によりプレストレスが損失し、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。

診断セット【コンクリート桁（床版橋）_塩害_飛来塩（プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋）】

<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が実施されている場合は、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。
- ▶塩害特定点検が実施されていない場合は、外観変状が現れるメカニズム5以降が点検・診断のスタートとなる。
- ▶現時点ではプレテン中実スパンの場合として、電気防食工法のコストや確実性・信頼性を踏まえると、塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 以上入った場合（メカニズム4,5）には架け替えを前提に維持管理を行う方針として診断セットを作成した。今後、改良された電気防食工法や新しい延命技術が開発された際には診断セットを適宜見直すこととする。

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						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/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）				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1}
	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	—				C1	延命（鋼材の防食）	電気防食 ^{注1、注2}	
		4-2.鋼材の錆発生								
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4} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注1、注2}	
	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	S2	C2	延命 ^{注3} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注1、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	

※上表の青字は、塩害特定点検が過去に実施されている場合に得られる情報である。

注1 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）

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。

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（床版橋）_塩害_飛来塩（プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋）】

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・部分的であることから、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【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

<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、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。
- 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、かぶりコンクリートの剥落につながる。
- 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。
- 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。対してポステン桁は、ケーブル本数が少ないことから、ケーブルが破断すると急激に耐荷力が低下する可能性がある。
- 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。
- 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

1.1 塩害_飛来塩【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

< 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

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ 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 | → | <ul style="list-style-type: none">➤ 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)

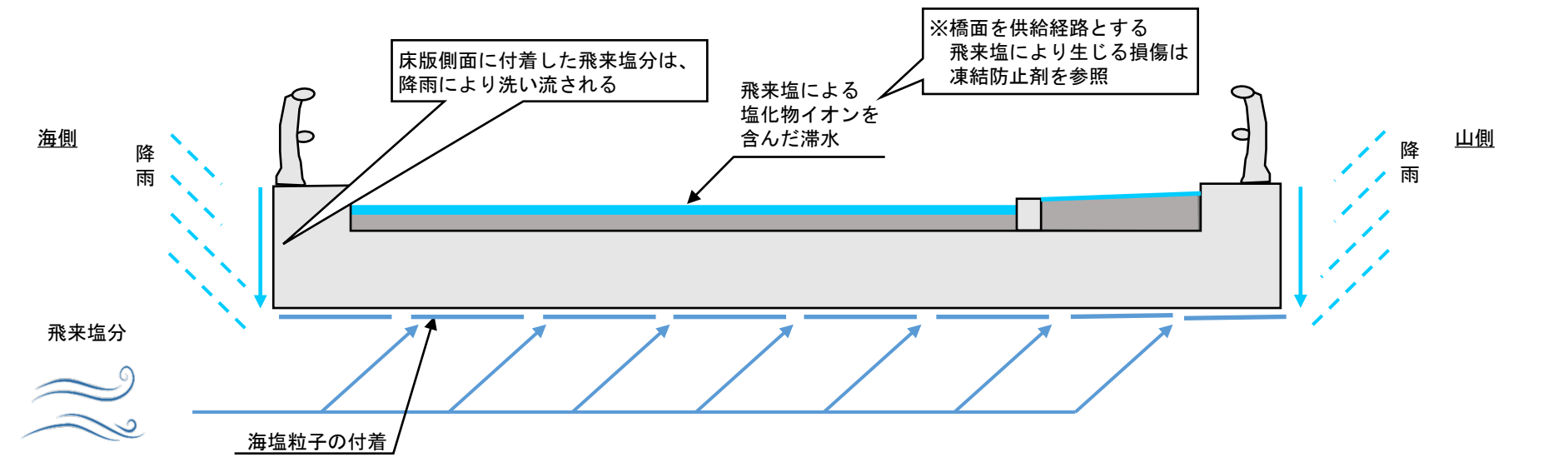
< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 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
- 補修履歴の有無、損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

1.2 塩害_飛来塩【RC中実床版橋】

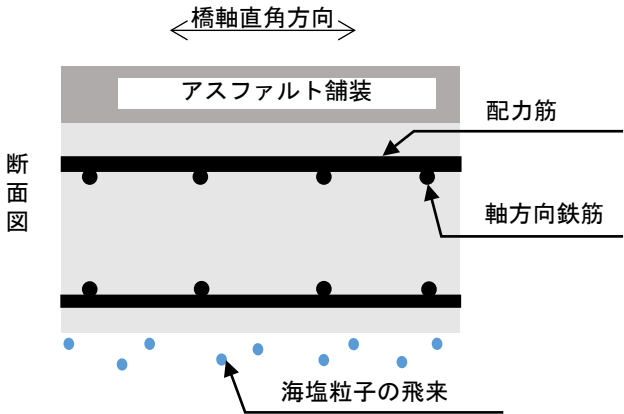
<飛来塩の供給経路>

- RC中実床版橋の飛来塩分の供給について、床版側面に付着した飛来塩分は降雨により洗い流されるため、床版下面に変状が生じることが多い。
⇒よって、変状事例が多い床版下面の塩害を診断セットの作成対象とした。



<進展のメカニズム> 青字：塩害特定点検で得られる情報

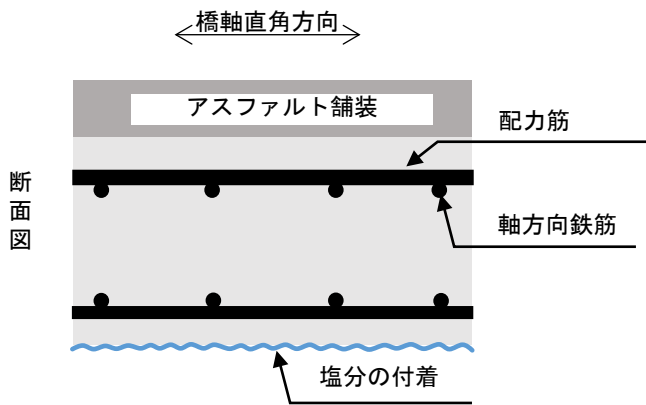
1. 塩化物イオンの供給 外観変状無し



- 風により海塩粒子が飛来する。
- 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/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

2. コンクリート表面への塩分の付着 外観変状無し



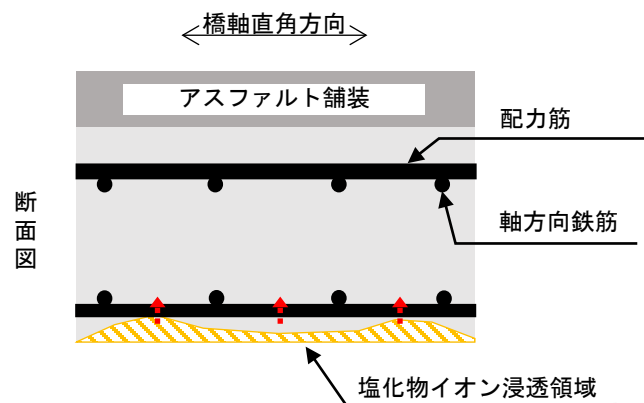
- コンクリート表面に飛来塩分が付着する。
- 下部構造の上部構造のかぶりに相当する深さの塩化物イオン量が 1.0kg/m^3 以上かつ上部構造かぶり範囲の塩化物イオン量が微量混入

<工法例> 表面被覆、含浸

1.2 塩害_飛来塩【RC中実床版橋】

<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（最外縁の鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満）



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。
- 水セメント比が大きいコンクリートは、塩分、酸素、水分の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鉄筋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】

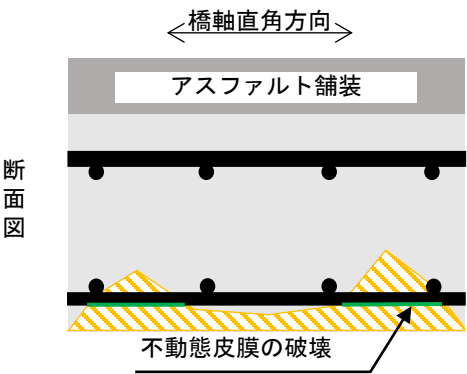
- 最外縁の鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 未満かつ将来予測で10年以内に 1.2kg/m^3 を超える

<工法例> 表面被覆、含浸、電気防食

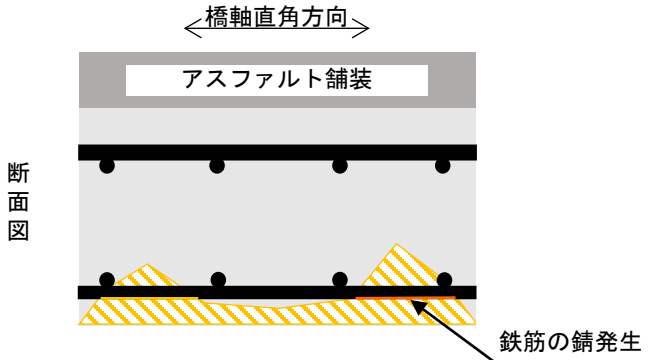
<進展のメカニズム> 青字：塩害特定点検で得られる情報

4. 最外縁の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.鉄筋の錆未発生



4-2.鉄筋の錆発生

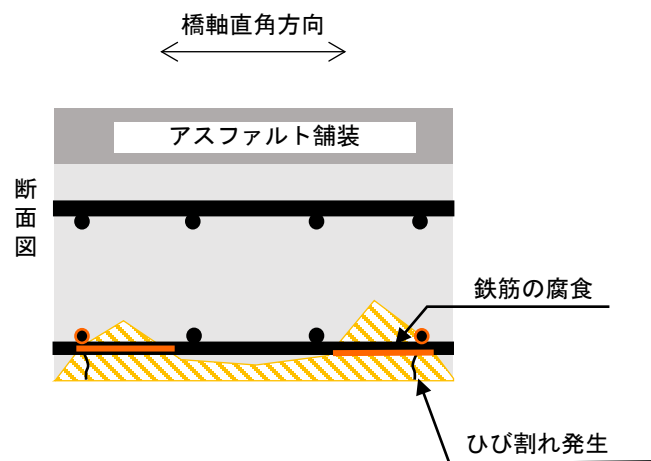


- 強いアルカリ環境下では鉄筋は腐食しにくいですが、最外縁の鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過すると、不動態皮膜が破壊され 表面的な錆が発生する。
 - 外観の変状で判断することは困難。
 - 最外縁の鋼材位置の塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 以上
- <工法例> 電気防食

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

5. 鉄筋腐食とコンクリートひび割れの発生

外観変状有り



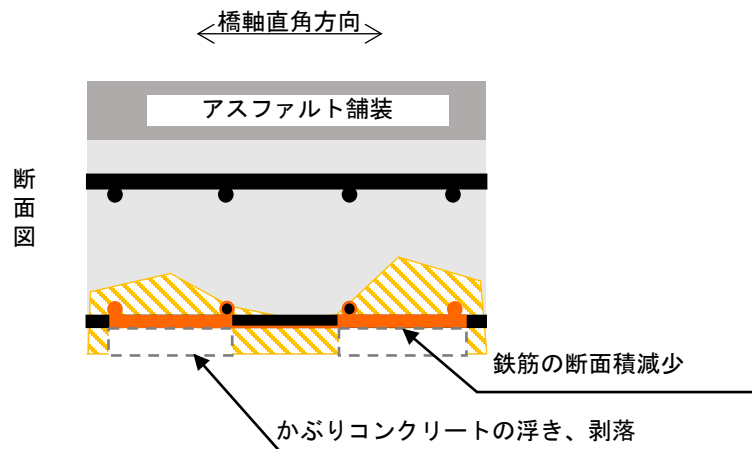
- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- ひび割れの入り方は部材形状や配筋状態によって異なるが、鉄筋に沿った直線的なひび割れとなることが多い。

<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

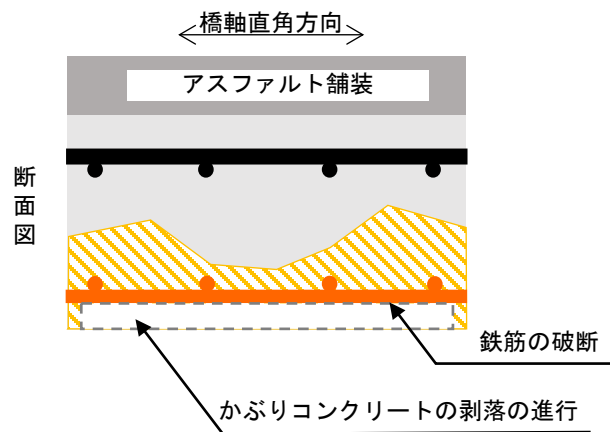


- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、鉄筋腐食が進行する。
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。
- かぶりコンクリートの剥落は、塩分の浸入量が場所によりバラつくため、局部的に生じることが多い。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 床版下面の条件によっては第三者被害が発生する。
- <工法例> 電気防食

<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（床版橋）_塩害_飛来塩（RC中実床版橋）】

<点検、診断の着目点と措置の方針>

➤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）				・ 上部構造の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 ^{※1} 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								
	鋼材位置の塩化物イオン量が1.2kg/m³以上	4-1.鉄筋の錆未発生	—				・ 上部構造の最外縁鉄筋位置の塩化物イオン量が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								
外 観 変 状 有 り		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（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）	・ 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}
	6.鉄筋腐食の進行		・ 鉄筋の断面積減少 ・ コンクリートの浮き、剥落 ・ 腐食鉄筋の露出	・ 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）	・ かぶりコンクリートの浮き、剥落が発生 ・ 腐食鉄筋の露出が発生 ・ 鉄筋の断面積減少が発生		S2	C2	延命 ^{注2} （鉄筋の防食）	電気防食 ^{注3}
	7.鉄筋の破断		・ 鉄筋破断	—	・ 鉄筋の破断が発生	—	—	E1		危機管理
					—	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、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。

注3 R C床版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（床版橋）_塩害_飛来塩（RC中実床版橋）】

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。

<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、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。
- R C構造であるので、P C構造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、塩分、酸素、水分の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。

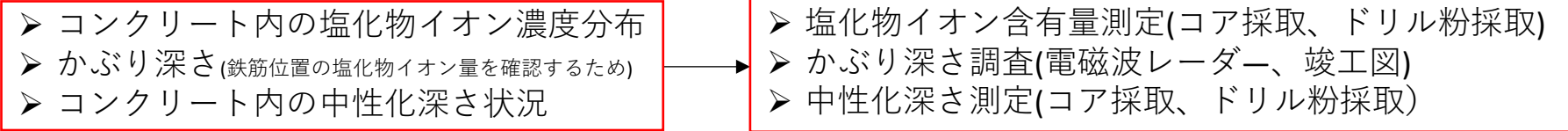
1.2 塩害_飛来塩【RC中実床版橋】

< 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

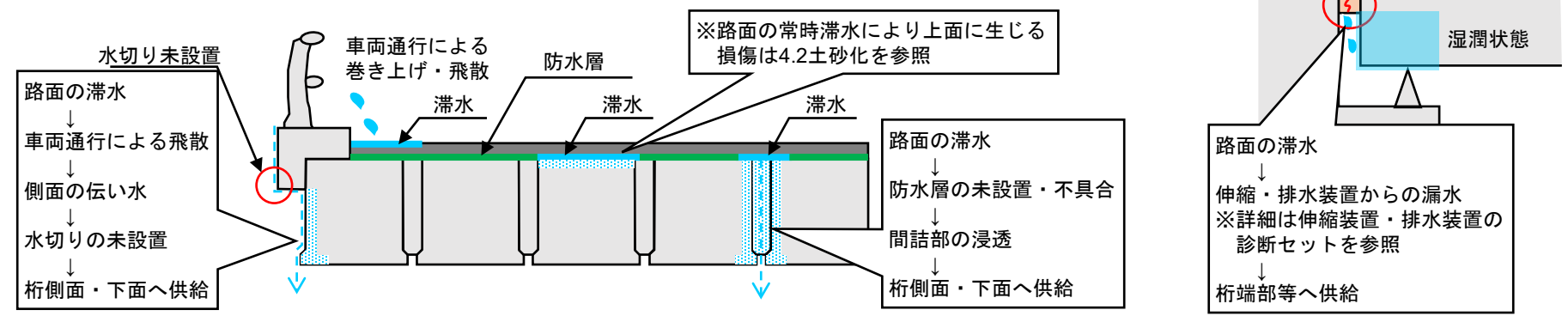
詳細調査



< 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
- 架設年代
- 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

・ 進展のメカニズム
＜凍結防止剤散布による塩化物イオンの供給経路＞



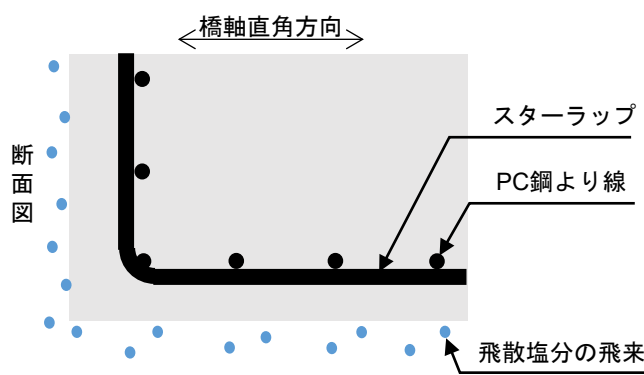
※ 凍結防止剤の桁への供給は、桁端部における伸縮・排水装置からの漏水のみならず、凍結防止剤を含んだ路面の滞水が車両通行により巻き上げ・飛散することで桁側面に供給されることがある。（以下、関連文献）

参考文献1) 鹿内陽介：凍結抑制剤による塩害を受けるコンクリート橋の維持・補修に関する検討、こうえいフォーラム、第23号、pp.1-13、2015

参考文献2) 熊谷和夫：北陸地方の橋梁けた端部のコンクリート部材の損傷特性と劣化推移、土木学会論文集、No.798、VI-68、pp.31-39、2005

参考文献3) 秦聡一郎：車両走行による凍結防止剤の飛散特性、土木学会論文集A1（構造・地震工学）、Vol.73、No.1、pp.195-205、2017

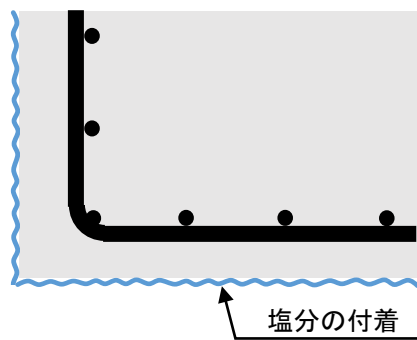
1. 塩化物イオンの供給 外観変状無し



- ・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、桁端部や間詰部等を伝い桁下面や桁側面に供給される。

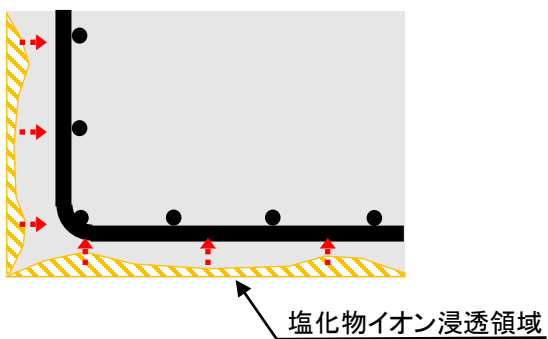
・進展のメカニズム

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。

3. コンクリート内部への浸透・拡散 外観変状無し



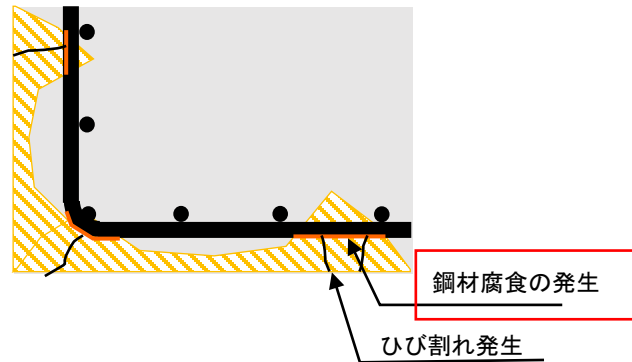
- ・塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- ・中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- ・水セメント比が小さいPC構造等の密実なコンクリートは、塩分、酸素、水分が浸入しにくい。一方、水セメント比が大きいコンクリートは浸入速度が速い。
- ・高炉セメントなどの混合セメントを用いると、普通ポルトランドセメントに比べて、塩化物イオンは浸透しにくい。
- ・浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鋼材の腐食を予防できない場合がある。

2.1 塩害_凍結防止剤【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

• 進展のメカニズム

4. 鋼材腐食の開始

外観変状有り



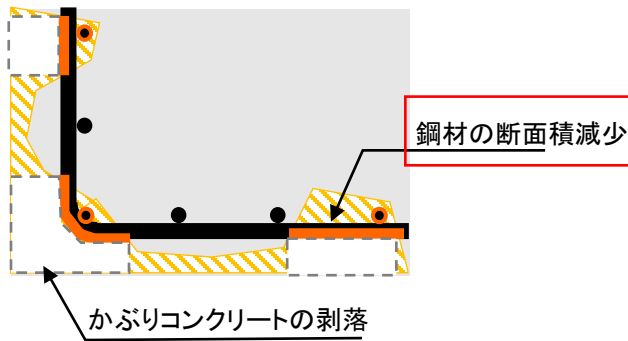
- 鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 強いアルカリ環境下では鋼材は腐食しないが、鋼材位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過すると、不動態皮膜が破壊され腐食が開始する。
- 下側鋼材位置での塩化物イオン濃度が発錆限界を超過し、表面的な錆が発生する。
- 鋼材が腐食すると体積が2～4倍に膨張する※1ため、コンクリートに膨張圧が生じてひび割れが発生し、腐食速度が上昇する。
- ひび割れの入り方は部材形状や配筋状態によって異なるが、鋼材に沿った直線的なひび割れとなることが多い。
- 鋼材腐食の進行は、コンクリートの酸素透過性や密実性など多くの因子が影響するため、進行の正確な予測は難しい。
- 間詰部から遊離石灰が発生することがある。

※1 コンクリート診断技術'20[基礎編]、日本コンクリート工学会、P.40、2020

• 進展のメカニズム

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。
- 高強度のPCプレテンション桁の場合、ひび割れと錆汁の発現順序はひび割れが先とは限らない。※1
- 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、かぶりコンクリートが剥落する。
- 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むと、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。

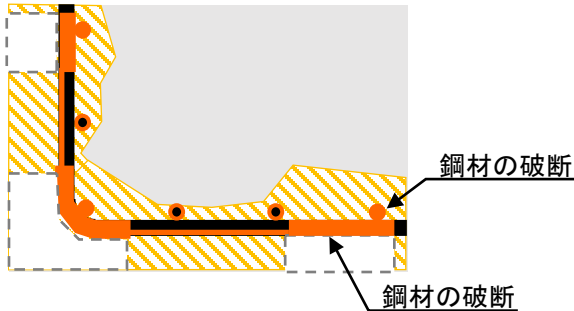
※1 朝倉啓二：コンクリート橋の塩害損傷である錆汁と腐食ひび割れの発現順序に関する一考察、土木学会第71回年次学術講演会、pp.1117、2016

2.1 塩害_凍結防止剤【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

• 進展のメカニズム

6. 鋼材腐食の進行、破断

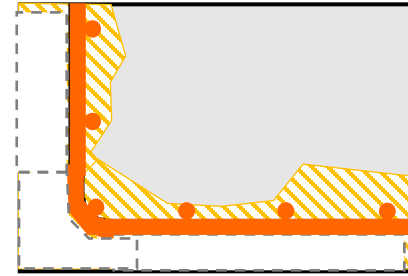
外観変状有り



- 鋼材の腐食が進行し、破断が発生。

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。
- 鋼材破断によりプレストレスが損失し、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。

診断セット【コンクリート桁（床版橋）_塩害_凍結防止剤（プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋）】

・ 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

▶現時点ではプレテン中実単スパンの場合として、電気防食工法のコストや確実性・信頼性を踏まえると、鋼材の腐食が開始した場合（メカニズム4）には架け替えを前提に維持管理を行う方針として診断セットを作成した。今後、改良された電気防食工法や新しい延命技術が開発された際には診断セットを適宜見直すこととする。

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、橋面防水、表面被 覆or含浸
	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（塩化物イオンの浸透低 減・抑制、鋼材の防食）	伸縮・排水装置の改良 注1、橋面防水、表面被 覆or含浸、電気防食注2
外 観 変 状 有 り	4.鋼材腐食の開始	・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） ・間詰部からの遊離石 灰	・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） ・間詰部から遊離石灰が発生		S2	C2	延命注3（塩化物イオンの除去、 鋼材の防食）	伸縮・排水装置の改良 注1、橋面防水、部分打 替え・鋼材防錆注4、電 気防食注2、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 ・腐食鋼材の露出 ・鋼材の断面積減少	・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、剥落の発生 ・腐食鋼材の露出が発生 ・鋼材の断面積減少が発生		S2	C2	延命注3（塩化物イオンの除去、 鋼材の防食）	伸縮・排水装置の改良 注1、橋面防水、部分打 替え・鋼材防錆注4、電 気防食注2、注5
	6.鋼材腐食の進行、 破断	・鋼材の破断	—	・鋼材の破断が発生		S2	C2		
	7.鋼材破断の進行	・鋼材の破断 ・曲げひび割れ	—	・複数本の鋼材の破断が発生 ・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 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 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）

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。

注4 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5 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。

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（床版橋）_塩害_凍結防止剤（プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋）】

※飛来塩による塩害で用いた理由と同じ

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・部分的であることから、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。

2.1 塩害_凍結防止剤【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

<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、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。
- 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、かぶりコンクリートの剥落につながる。
- 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。
- 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。対してポステン桁は、ケーブル本数が少ないことから、ケーブルが破断すると急激に耐荷力が低下する可能性がある。
- 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。
- 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 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

2.1 塩害_凍結防止剤【プレテン中実床版橋・プレテンI桁床版橋】

< 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
- 間詰部からの遊離石灰の有無

- 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

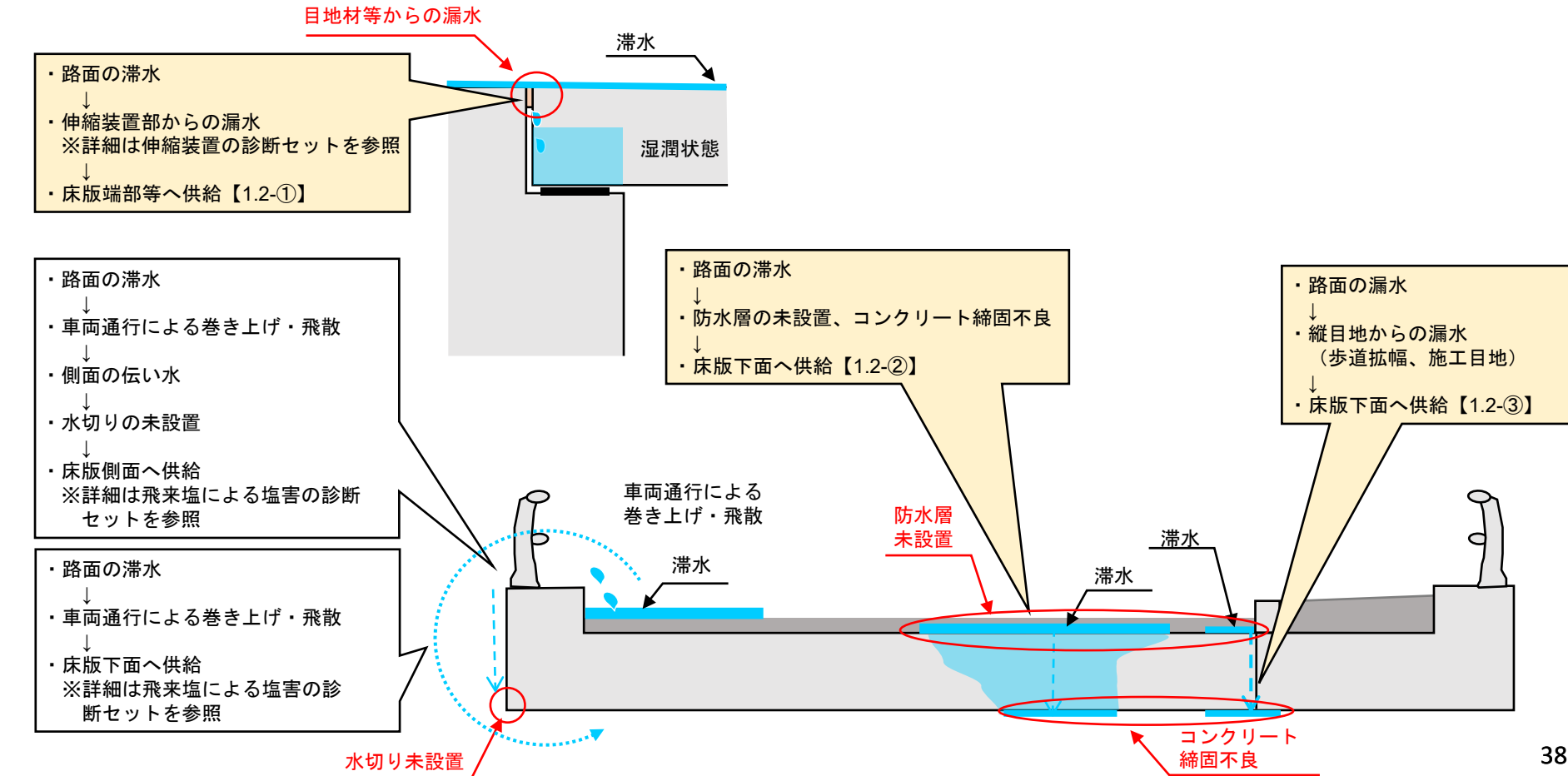
< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 架設年代
 - 塩害：1984年（道路橋の塩害対策指針（案））
 - 橋面防水義務化：2002年（道示）
- 塗装の有無、施工年
- 補修履歴の有無、損傷の調査記録、かぶりの調査記録
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

<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。

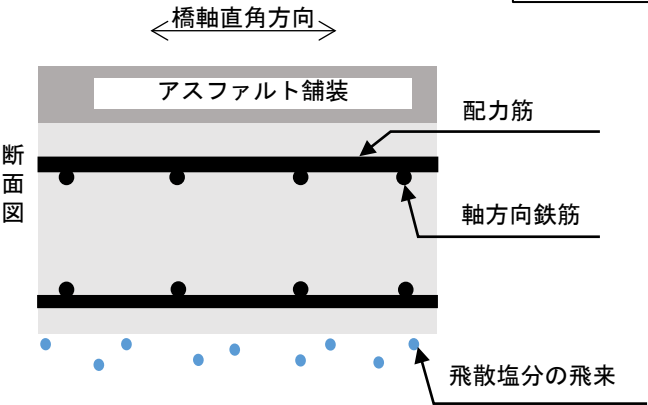
- 2.2 伸縮装置部からの漏水による床版端部の損傷
- 2.3 路面からの漏水による床版の損傷
- 2.4 縦目地部からの漏水による床版の損傷



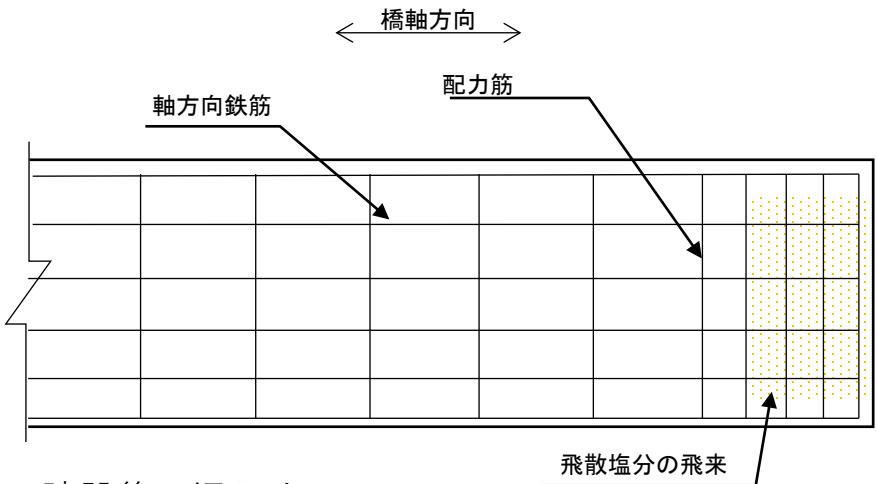
<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

1. 塩化物イオンの供給

外観変状無し



平面図 (床版下面)

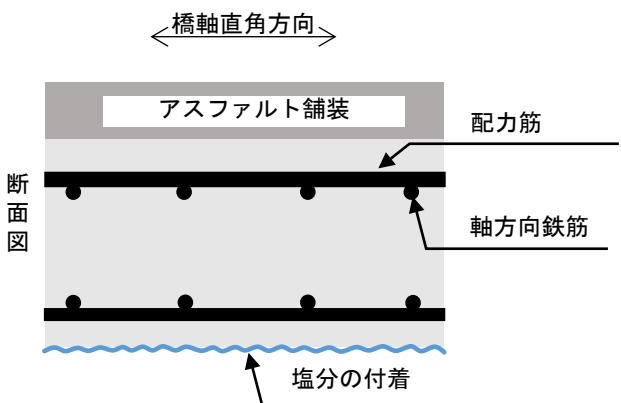


- 塩化物イオンを含む凍結防止剤の散布により、建設後に浸入する。
- 橋面に滞水した凍結防止剤を含む水は、伸縮装置の損傷等に伴う漏水により床版端部に供給される。

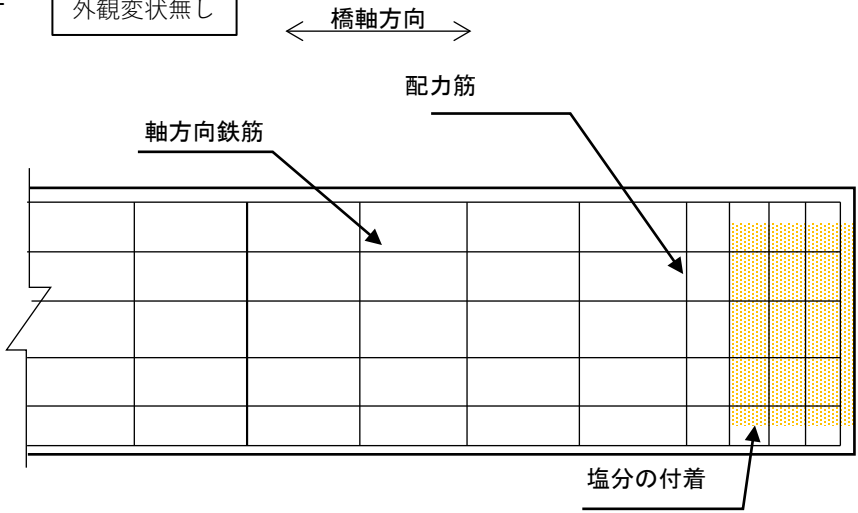
<工法例> 伸縮装置の改良、表面被覆、含浸

2. コンクリート表面への塩分の付着

外観変状無し



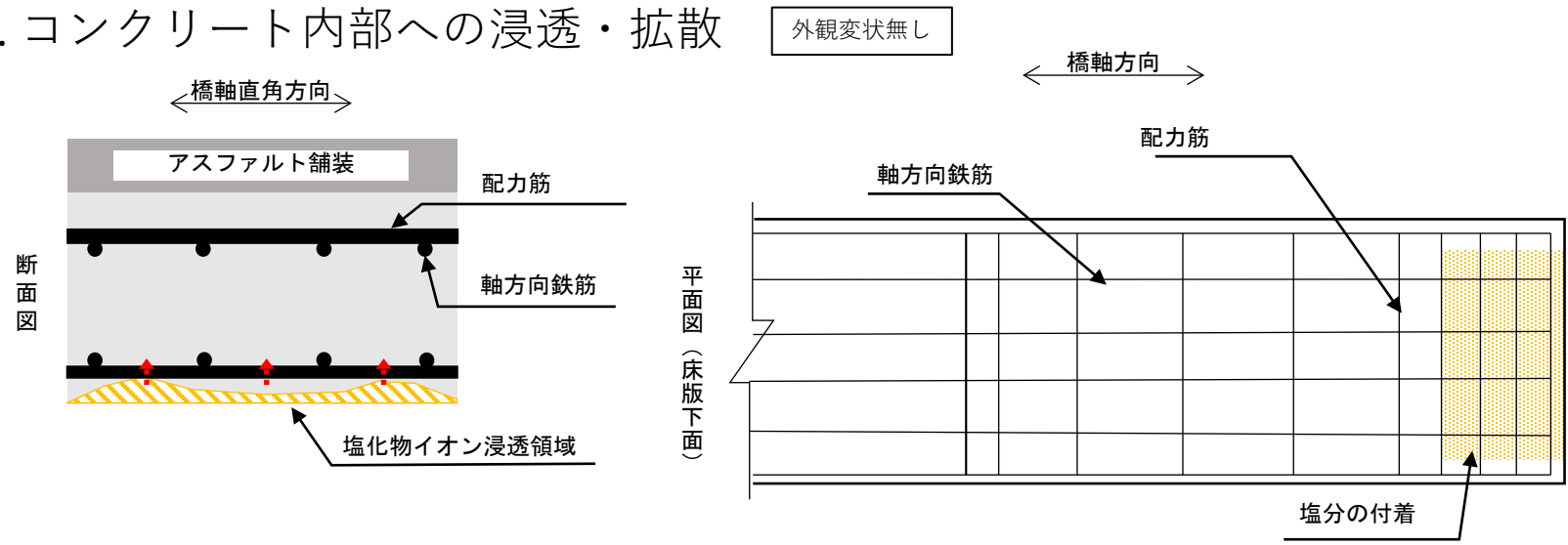
平面図 (床版下面)



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

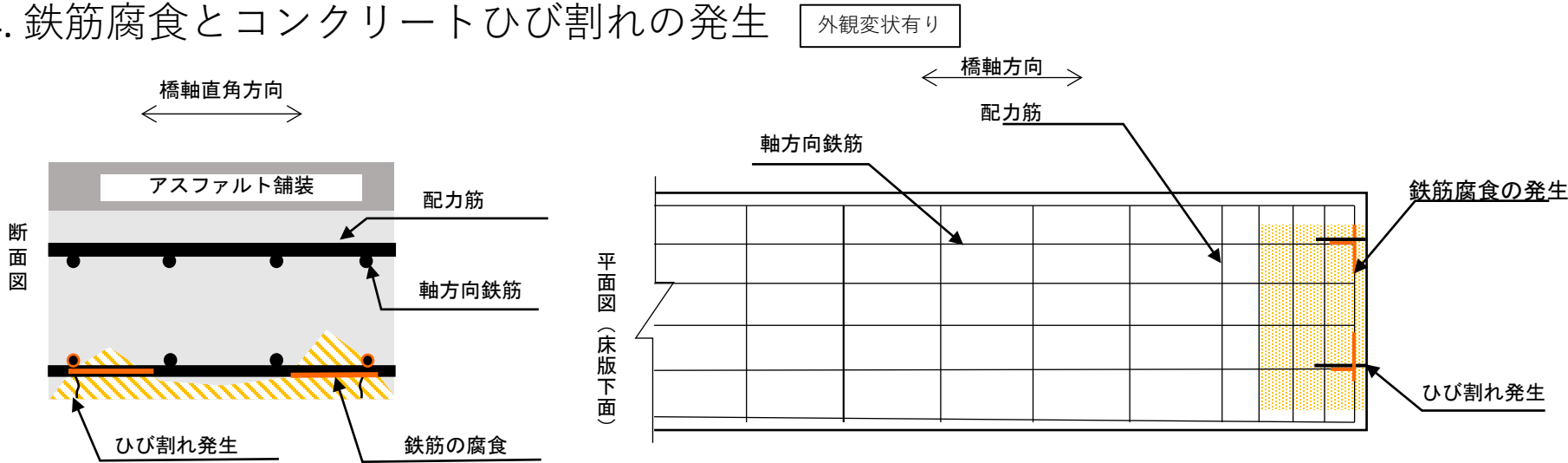


- 塩化物イオンがコンクリート内部に浸透、拡散する。
- 中性化が生じた場合、コンクリート内部へ塩化物イオンが濃縮する。
- 水セメント比が大きいコンクリートは、塩分、酸素、水分の内部浸透速度が速い。
- 浸透した塩化物イオンが多いと、表面被覆を実施しても内部鉄筋の腐食を予防できない場合がある。

<工法例> 伸縮装置の改良、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. 鉄筋腐食とコンクリートひび割れの発生

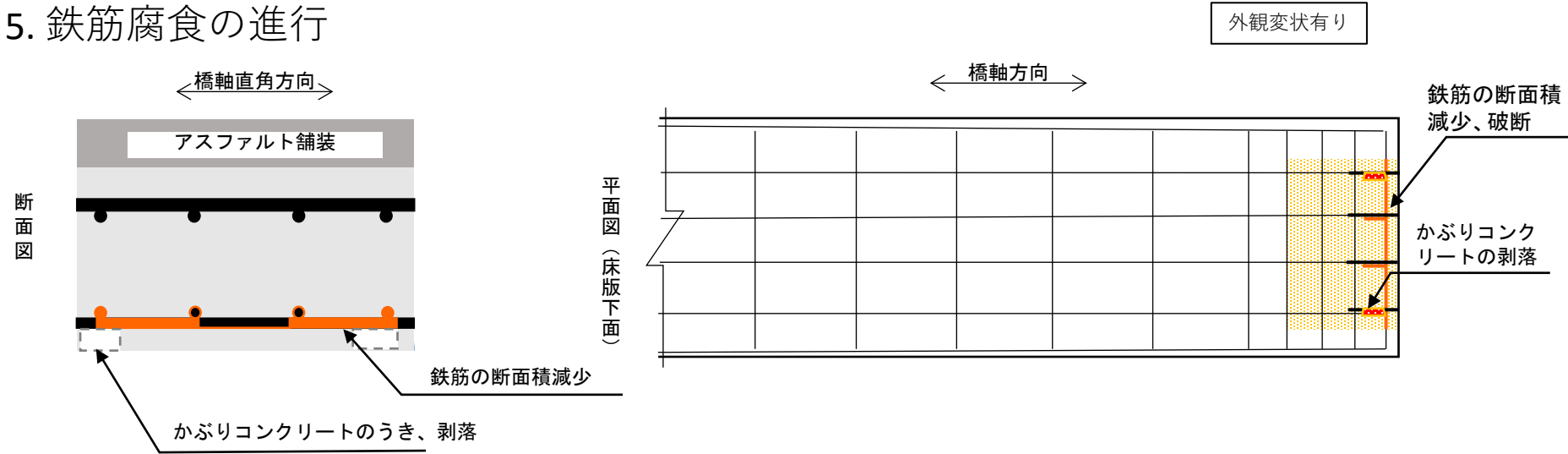


- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鉄筋位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。
- 外側鉄筋位置での塩化物イオン濃度が発錆限界を超過し、表面的な錆が発生する。
- 鉄筋が腐食すると体積が2～4倍に膨張するため、コンクリートに膨張圧が生じることでひび割れが発生する。

<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



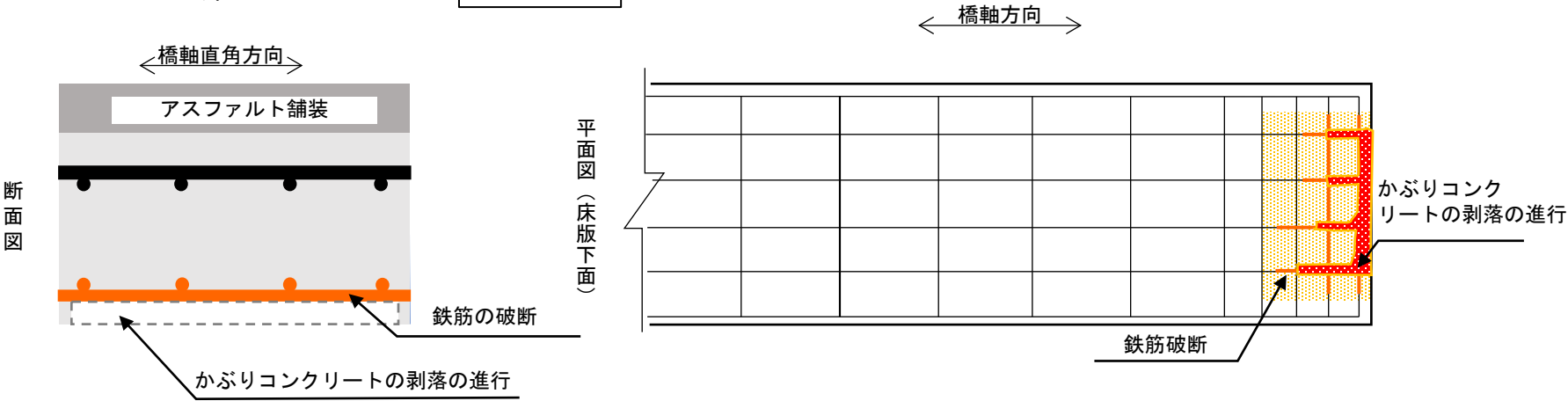
- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生する。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 床版下面の条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 伸縮装置の改良、電気防食

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

6. 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（床版橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による床版端部の損傷（RC中実床版橋）】

<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) ※留意 事項は後述	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	・伸縮装置からの漏水 ・漏水跡	—	・伸縮装置からの漏水 ・漏水跡を確認		C1	長寿命化（遮塩、遮水）	伸縮装置の改良 ^{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）	—	—		C1	延命（遮塩、鉄筋の防食）	伸縮装置の改良 ^{注1} 、表面被覆 ^{or} 含浸 ^{注2} 、電気防食 ^{注3}
外観変状 有り	4.鉄筋腐食とコンクリートひび割れ発生	・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 ^{注4} （鉄筋の防食）	伸縮装置の改良 ^{注1} 、電気防食 ^{注3}
	5.鉄筋腐食の進行	・鉄筋の断面積減少、コンクリートの浮き、剥落 ・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 ・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）	伸縮装置の改良 ^{注1} 、電気防食 ^{注3}
	6.鉄筋の破断	・鉄筋破断	—	・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、架替え ^{注5}
						E1	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、仮受け、架替え ^{注5}

注1 伸縮からの漏水により床版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、伸縮装置の改良を行い漏水を防止し、水の供給を防ぐ必要がある。

注2 床版端部の施工（表面被覆、含浸）は狭隘な空間での施工となる。床版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 R C床版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、延命措置しては有効であるため工法例に記載した。

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（床版橋）_塩害_凍結防止剤_伸縮装置部からの漏水による床版端部の損傷（RC中実床版橋）】

※飛来塩による塩害で用いた理由と同じ

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。

<診断上の留意点>

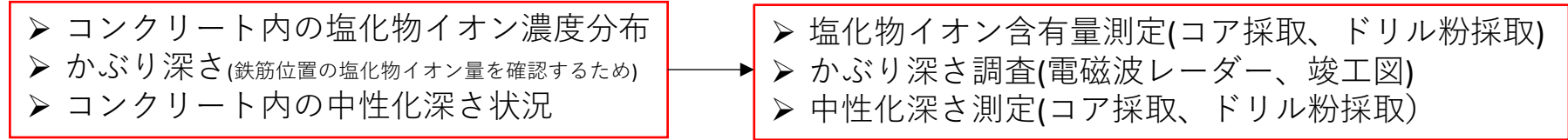
- 塩害は、コンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- R C構造であるので、P C構造に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きい構造物は、塩分、酸素、水分の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

- 凍結防止剤の散布有無
- 床版端部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

詳細調査



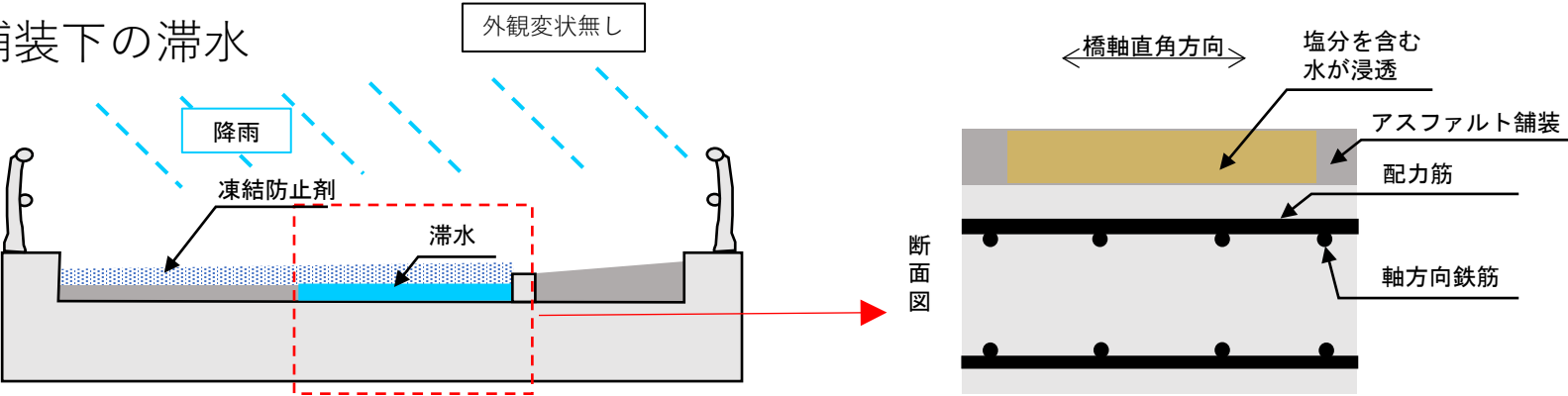
< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 架設年代
- 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

2.3 塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷【RC中実床版橋】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

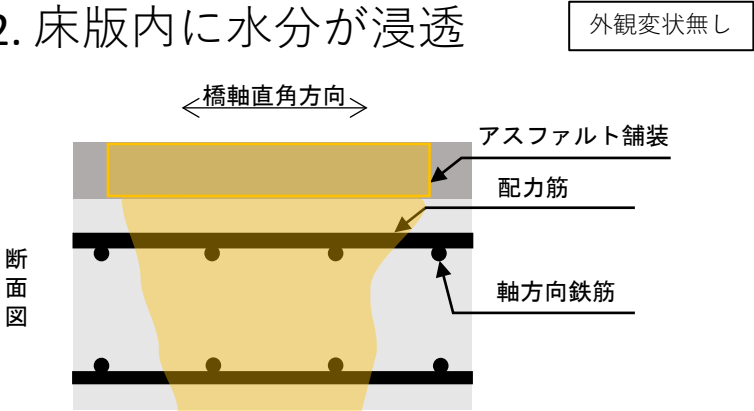
1. 舗装下の滞水



・凍結防止剤の塩分を含む水が舗装に浸透する。

<工法例> 橋面防水、表面被覆、含浸

2. 床版内に水分が浸透



・舗装から床版に水が浸透、コンクリート内部に塩化物イオンが供給される。

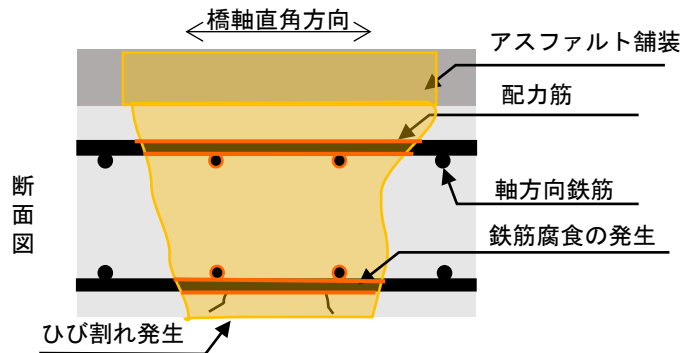
<工法例> 橋面防水、表面被覆、含浸

2.3 塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷【RC中実床版橋】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

3. 鉄筋腐食とコンクリートひび割れの発生

外観変状有り



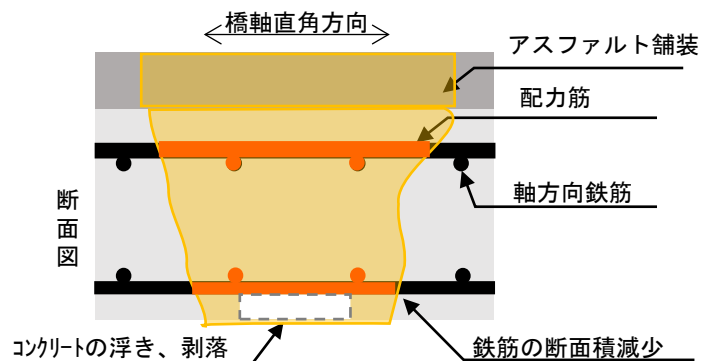
- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鉄筋位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。
- 鉄筋が腐食すると体積が2～4倍に膨張するため、コンクリートに膨張圧が生じることでひび割れが発生する。

<工法例> 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

外観変状有り

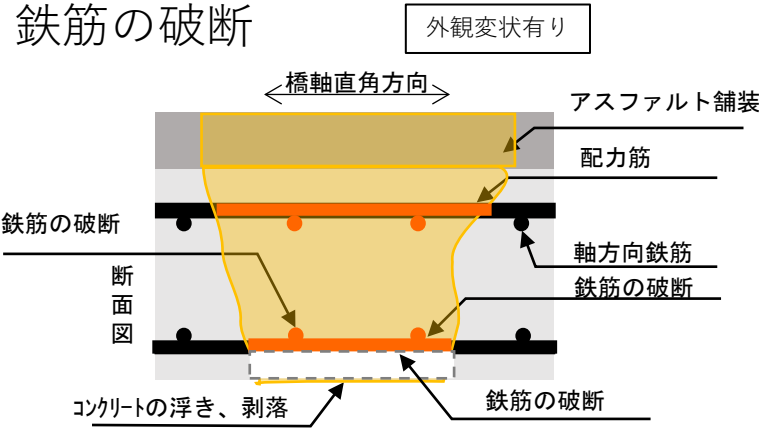


- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 床版下の条件によっては第三者被害が発生する。

<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

5. 鉄筋の破断



- 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、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（床版橋）_塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷（RC中実床版橋）】

<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) ※留意事項は次頁参照	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	—	・電磁波レーダによる滞水箇所の測定	・路面からの漏水 ・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.床版に水分が浸透	・路面からの漏水 ・漏水跡	—	—				
外観変状 有り	3.鉄筋腐食とコンクリートひび割れ発生	・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 ^{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	・鉄筋の断面積減少 ・コンクリートの浮き、剥落 ・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）	・鉄筋の断面積減少が発生 ・かぶりコンクリートの浮き、剥落の発生 ・腐食鉄筋の露出が発生		C2	延命 ^{注1} （鉄筋の防食）	橋面防水、電気防食 ^{注2}
	5.鉄筋の破断	・鉄筋破断	—	・鉄筋の破断が発生		E1	危機管理	モニタリング ^{注3} 、仮受け、交通規制、架替え ^{注3}
						E1	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、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、脱塩工法、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 RC床版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（床版橋）_塩害_凍結防止剤_路面からの漏水による床版の損傷（RC中実床版橋）】

※飛来塩による塩害で用いた理由と同じ

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。

<診断上の留意点>

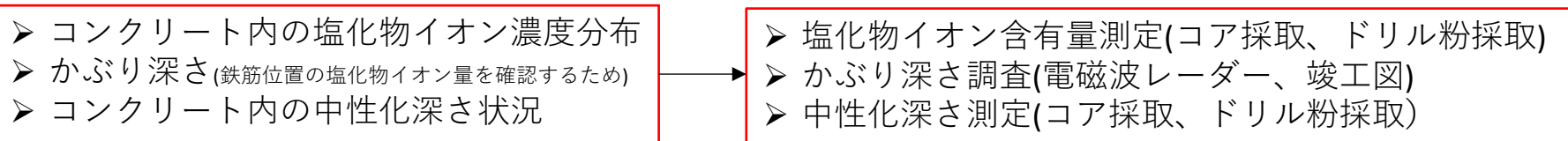
- 塩害は、コンクリート中に塩分が浸入するとその後の劣化進行が早く、他の損傷と比べて劣化の進行速度が速い。
- コンクリート表面が被覆されている場合、ひび割れの進展の目視ができない場合がある。
- 施工の不具合(かぶり不足や品質不良等)は、酸素や水分などが浸入しやすく、鉄筋腐食が生じやすい。
- 腐食が進行すると、ひび割れ幅が大きくなり、また腐食因子が浸入するため腐食進行は早くなる。
- 孔食やマクロセル腐食は、鉄筋の断面減少が著しく進行する可能性がある。
- R C構造であるので、P C構造に比べてコンクリートの圧縮強度が低く、それに伴い水セメント比が比較的大きい場合が多い。
- 水セメント比が大きい構造物は、塩分、酸素、水分の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

- 凍結防止剤の散布有無
- 床版下面の漏水跡の有無
- 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



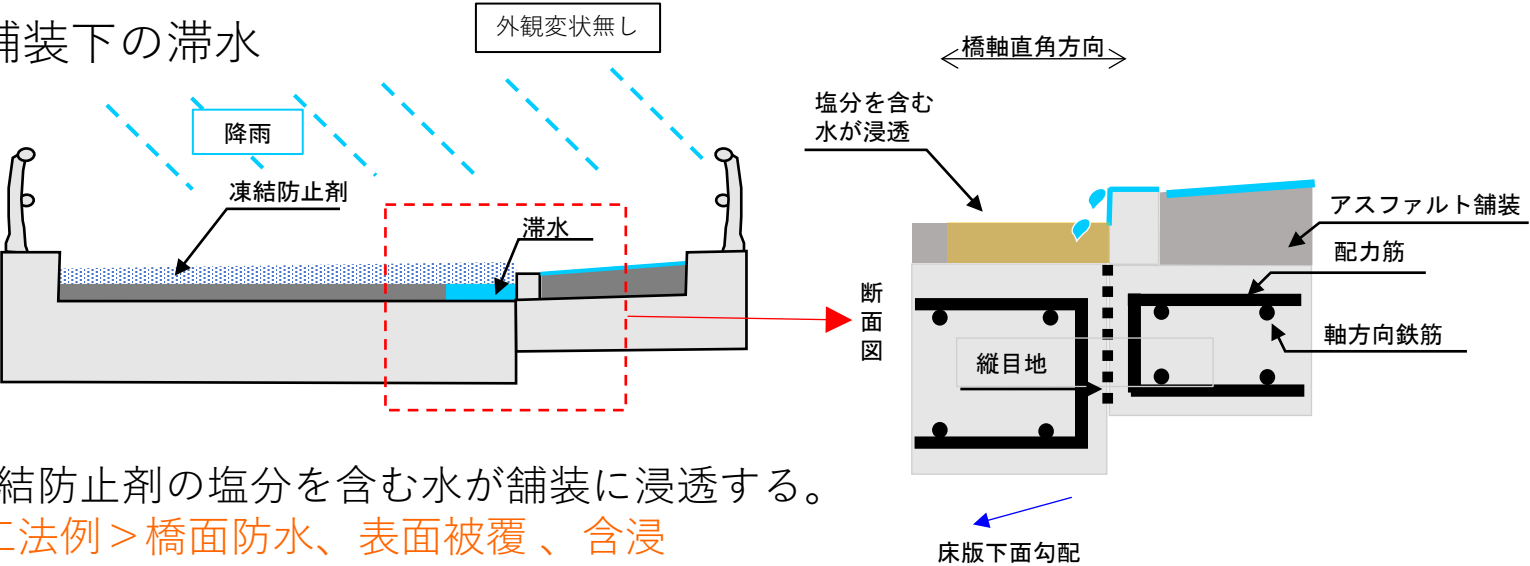
< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 架設年代
- 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

2.4 塩害_凍結防止剤_縦目地からの漏水による床版の損傷【RC中実床版橋】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

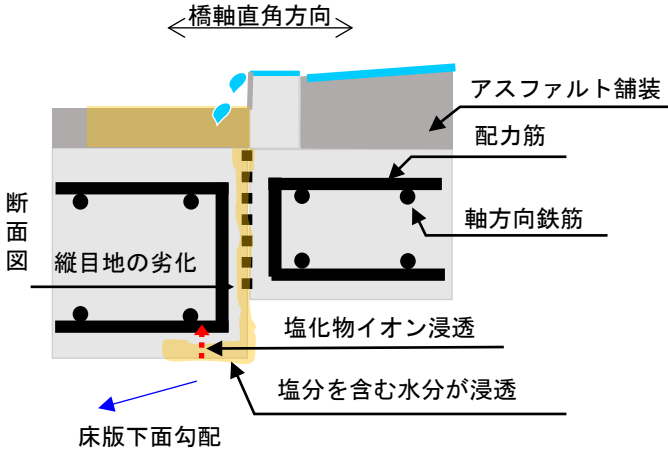
1. 舗装下の滞水



•凍結防止剤の塩分を含む水が舗装に浸透する。

<工法例> 橋面防水、表面被覆、含浸

2. 縦目地から床版下面に水分が浸透



•縦目地から床版下面に水分が浸透、コンクリート内部に塩化物イオンが供給される。

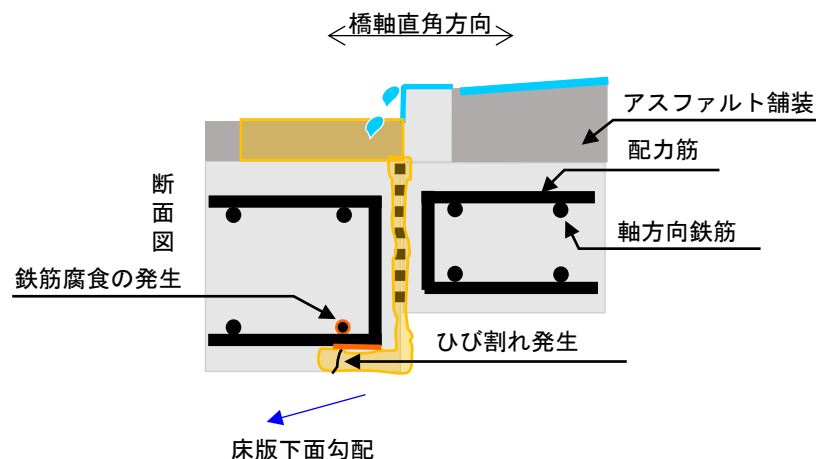
<工法例> 縦目地の改良、橋面防水、表面被覆、含浸

2.4 塩害_凍結防止剤_縦目地からの漏水による床版の損傷【RC中実床版橋】

<進展のメカニズム> 緑字：点検時の着目点

3. 鉄筋腐食とコンクリートひび割れの発生

外観変状有り



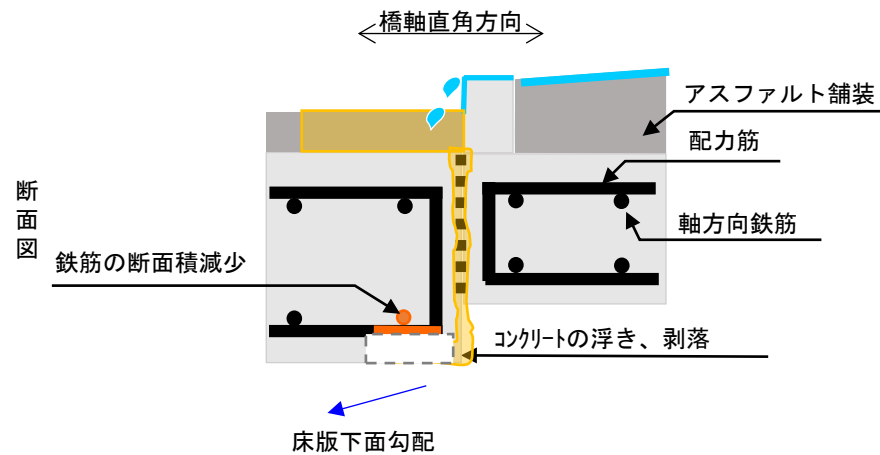
- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。
- 鉄筋位置で塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超過し、不動態皮膜が破壊されることで腐食が開始する。
- 鉄筋が腐食すると体積が2～4倍に膨張するため、コンクリートに膨張圧が生じることでひび割れが発生する。

<工法例> 縦目地の改良、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

外観変状有り



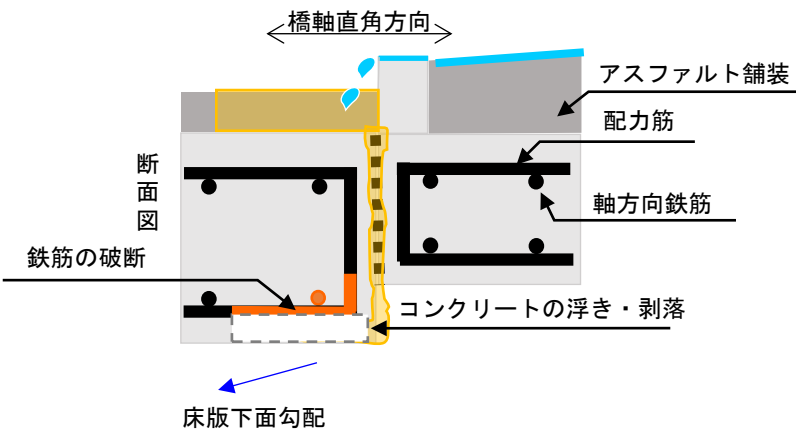
- 鉄筋腐食によって生じたひび割れから腐食因子が浸入し、腐食が進行する。
- ひび割れや鉄筋腐食が進行し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋露出が発生。
- コンクリートの剥落が進み、露出した鉄筋は外気に曝されるため、さらに腐食が進行する。
- 床版下面の条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 縦目地の改良、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

5. 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、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（床版橋）_塩害_凍結防止剤_縦目地からの漏水による床版の損傷（RC中実床版橋）】

<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) ※留意事項は次頁参照	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	—	—	- 縦目地からの漏水 - 漏水跡を確認			長寿命化（遮塩、遮水）	縦目地の改良 ^{注1} 、橋面防水、 表面被覆or含浸
	2.縦目地から床版下面に水が浸透	- 路面からの漏水 - 漏水跡	—	—		C1		
外観変状 有り	3.鉄筋腐食とコンクリートひび割れ発生	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 ^{注2} （鉄筋の防食）	縦目地の改良 ^{注1} 、橋面防水、 電気防食 ^{注3}
	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）	- かぶりコンクリート浮き、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2} （鉄筋の防食）	縦目地の改良 ^{注1} 、橋面防水、 電気防食 ^{注3}
	5.鉄筋の破断	鉄筋破断	—	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、架替え ^{注4}
						E1	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、仮受け、架替え ^{注4}

注1 縦目地からの漏水により床版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、縦目地の改良を行い漏水を防止し、水の供給を防ぐ必要がある。

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 RC床版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選ば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（床版橋）_塩害_凍結防止剤_縦目地からの漏水による床版の損傷（RC中実床版橋）】

※飛来塩による塩害で用いた理由と同じ

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。

<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、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。
- R C構造であるので、P C構造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、塩分、酸素、水分の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

- 凍結防止剤の散布有無
- 床版下面の漏水跡の有無
- 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)

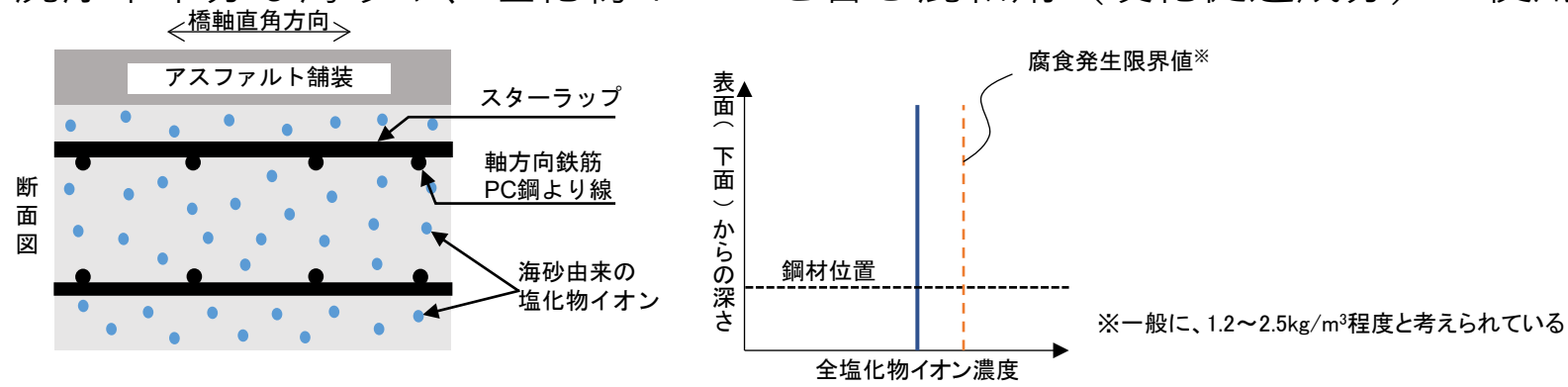
< 矛盾がないことを確認するための台帳情報 >

- 架設年代
- 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

3.1 塩害_初期内在塩【RC中空床版橋・ポステン中空床版橋】

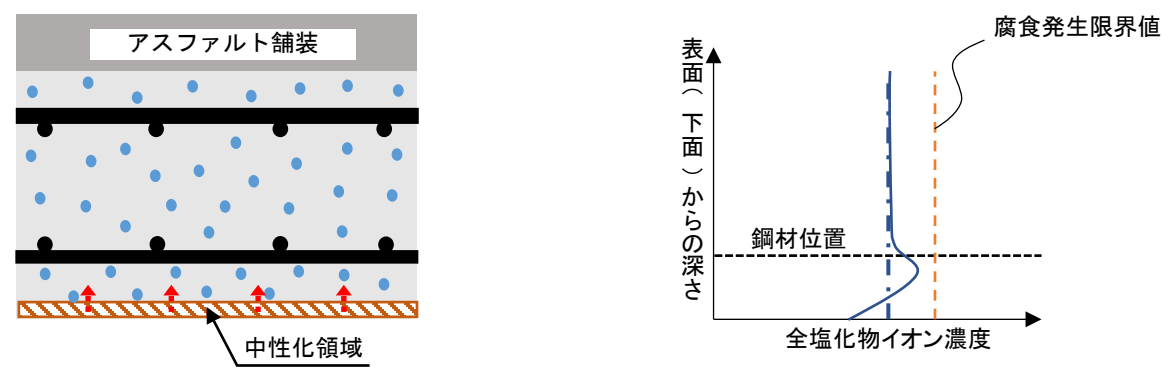
・進展のメカニズム

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(硬化促進成分)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。

2. 中性化の進行 外観変状無し



- ・床版橋下面・側面で中性化が進行。
- ・排気ガス等の CO_3^- の供給により中性化が促進される。
- ・外部から塩分供給が無い場合、表面の塩化物イオン濃度は内部より低くなる。

<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

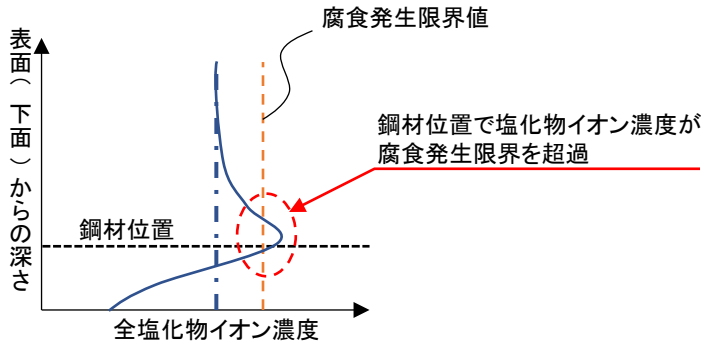
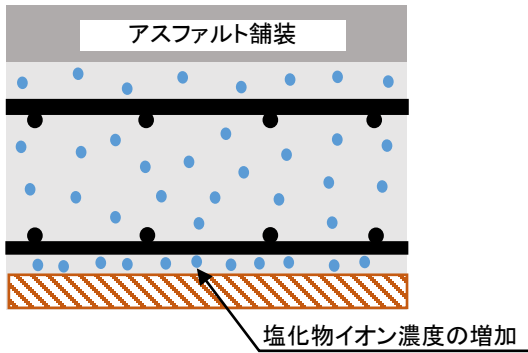
- ・日射によって乾燥しやすい箇所（南面や西面）
- ・交通量が多く CO_2 濃度が高い箇所

※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。

3.1 塩害_初期内在塩【RC中空床版橋・ポステン中空床版橋】

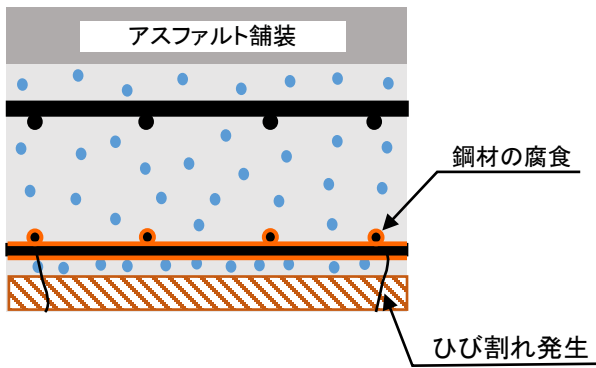
・進展のメカニズム

3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加 外観変状無し



- ・中性化が進行し、塩化物イオン濃度が濃縮される。
- ・細孔溶液中の塩化物イオン濃度が増加し、塩化物イオンがコンクリート内部に移動する。
- ・外部から塩分供給が無い場合、表面の塩化物イオン濃度は内部より低くなる。

4. 外側鋼材の一斉腐食 外観変状有り



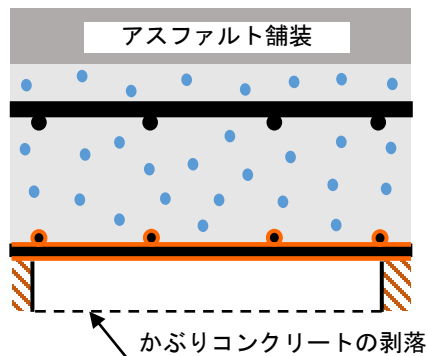
- ・外側鋼材の表面的な腐食が広範囲で発生。
- ・広範囲で同時に腐食が進行する場合あり。
- ・鋼材腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。

3.1 塩害_初期内在塩【RC中空床版橋・ポステン中空床版橋】

• 進展のメカニズム

5. かぶりコンクリートの浮き、剥落

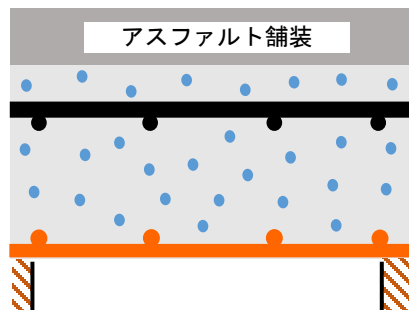
外観変状有り



- 鋼材腐食が進行すると次第にひび割れ幅は大きくなり、腐食因子がひび割れから浸入するため、進行は早くなる。
- 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。
- コンクリートの剥落が進むと、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。

6. 鋼材の腐食・破断の進行

外観変状有り



- 鋼材の腐食が進行し、破断が発生。
- 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。
- 鋼材破断によりプレストレスが損失し、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。

診断セット【コンクリート桁（床版橋）_塩害_初期内在塩（RC中空床版橋・ポステン中空床版橋）】

・ 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

- 内在塩に起因する塩害は、洗浄不十分な海砂を使用していたり塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進剤など）を使用していたためにコンクリート中に塩分が存在してしまったことと、中性化が生じたコンクリートであることの2つの条件が満たされたときに生じる損傷である。
- 初期内在塩に起因する塩害は、予防保全的に損傷原因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損傷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。
- 現時点ではプレテン中実単スパンの場合として、電気防食工法のコストや確実性・信頼性を踏まえると、鋼材の腐食が開始した場合（メカニズム4）には架け替えを前提に維持管理を行う方針として診断セットを作成した。今後、改良された電気防食工法や新しい延命技術が開発された際には診断セットを適宜見直すこととする。

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}
	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 ^{注4}
	5.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} （鋼材の防食）	電気防食 ^{注4}
	6.鋼材の腐食・破断の進行	・鋼材の破断 ・曲げひび割れ	—	・複数本の鋼材の破断が発生 ・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 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体的・広範囲的である場合には、将来的な架替えも計画する。

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 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。

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（床版橋）_塩害_初期内在塩（RC中空床版橋・ポステン中空床版橋）】
※飛来塩による塩害で用いた理由と同じ

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・部分的であることから、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【RC中空床版橋・ポステン中空床版橋】

<診断上の留意点>

- 初期内在塩に起因する塩害は、広範囲で一律に劣化が進行する。
- 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。
- 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、かぶりコンクリートの剥落につながる。
- 補修後の再劣化として、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。
- 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。対してポステン桁は、ケーブル本数が少ないことから、ケーブルが破断すると急激に耐荷力が低下する可能性がある。
- 内在塩の場合、外来塩（飛来塩分・凍結防止剤）に比べ中性化が進行するとすぐに固定された塩化物イオンが解離し、中性化していない位置に移動・濃縮する。そのため、内在塩は外来塩よりも早い時期に鋼材位置を腐食環境に変え、ひび割れなどの損傷発生が速い。
- 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にあたっては突き上げると、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 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

3.2 塩害_初期内在塩【RC中実床版橋】

< 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

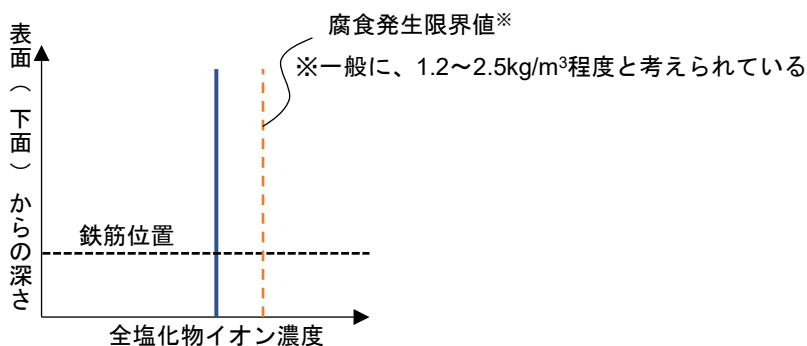
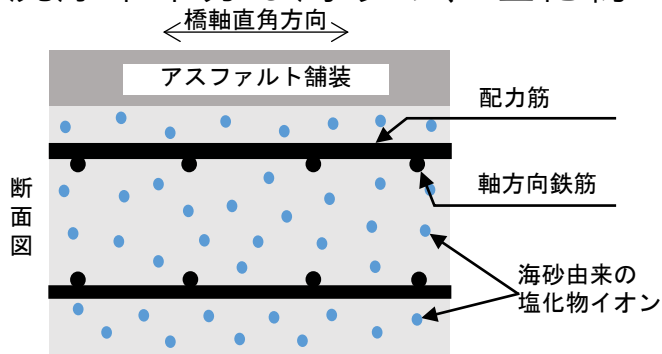
赤枠：塩害と疑われる変状を見つけた場合に実施される詳細調査

< 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
- エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用有無

<進展のメカニズム>

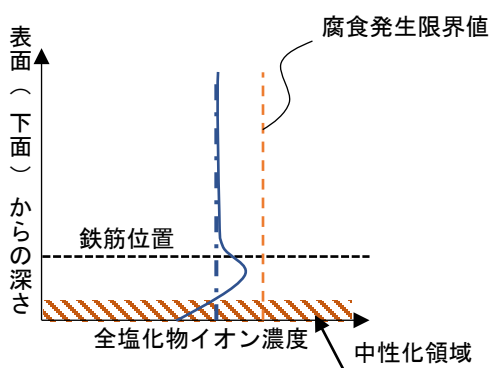
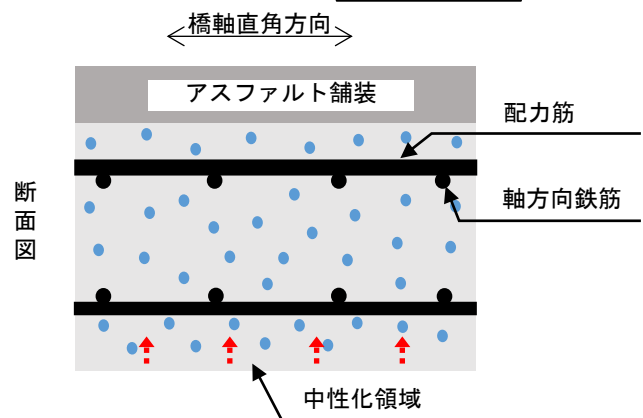
1. 洗浄不十分な海砂や、塩化物イオンを含む混和剤（硬化促進成分）の使用 外観変状無し



- 混和剤(減水剤、A E 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(1986年)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とコンクリートひび割れの発生」へ。

<工法例> 表面被覆、含浸

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（南面や西面）
- 交通量が多くCO₂濃度が高い箇所

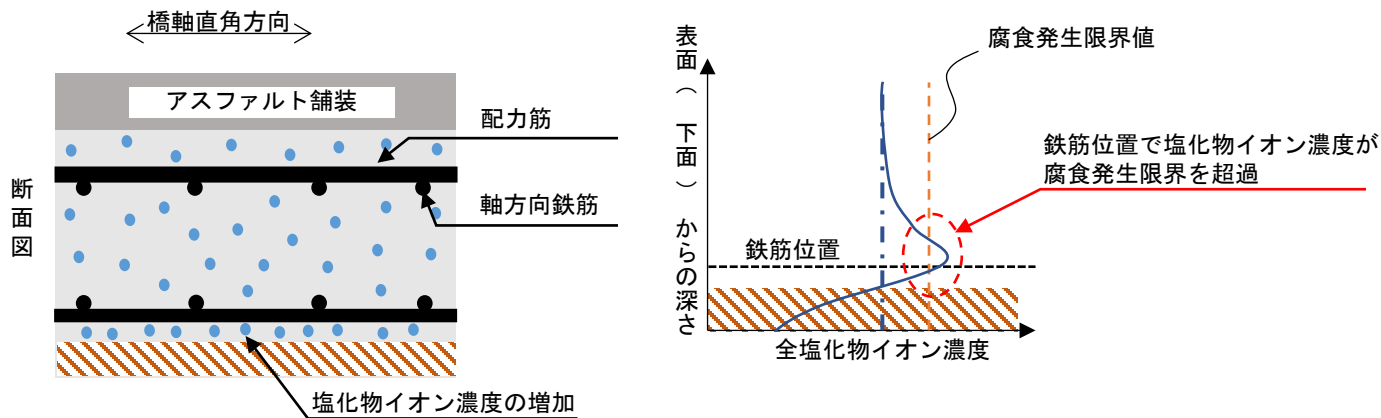
※参考資料として「土木研究所資料第4343号 コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル、H28.8」がある。

- 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>

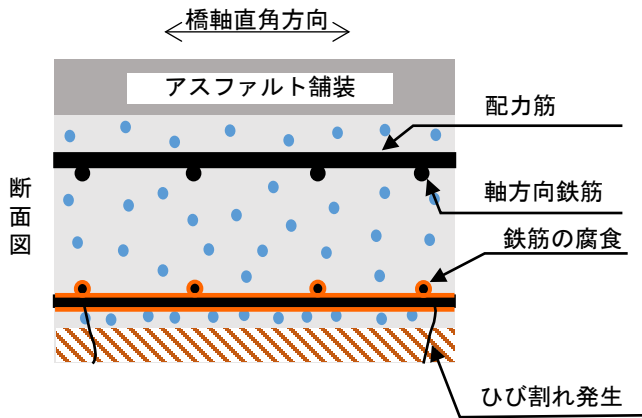
3. 塩分濃縮による塩化物イオン濃度増加 外観変状無し



- 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。
- 鉄筋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、電気防食

4. 外側鉄筋の一斉腐食とコンクリートひび割れの発生 外観変状有り

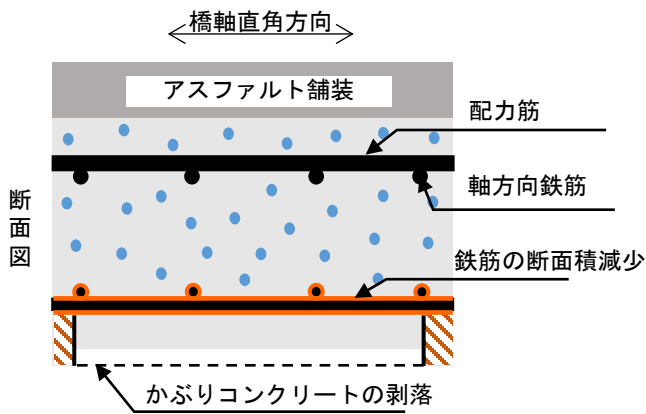


- 外側鉄筋の表面的な腐食が広範囲で発生。
- 広範囲で同時に腐食が進行する場合あり。
- 鉄筋腐食によってひび割れが発生。錆汁を伴う場合もある。

<工法例> 電気防食

<進展のメカニズム>

5. 鉄筋腐食の進行

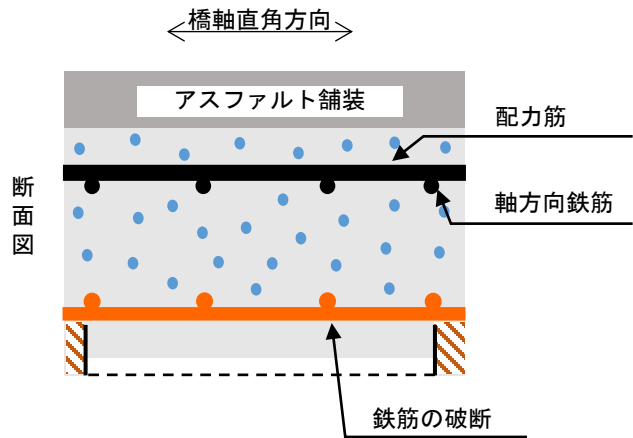


外観変状有り

- 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。
- 床版下面の条件によっては第三者被害が発生する。

<工法例> 電気防食

6. 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、架け替え

診断セット【コンクリート桁（床版橋）_塩害_初期内在塩（RC中実床版橋）】

< 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。

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}
	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
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	・ 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）	電気防食 ^{注3}
	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）	・ かぶりコンクリート浮き、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2} （塩化物イオンの除去）	電気防食 ^{注3}
	6. 鉄筋の破断	・ 鉄筋破断	—	・ 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、架替え ^{注4}
								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、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、脱塩工法、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 RC床版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（床版橋）_塩害_初期内在塩（RC中実床版橋）】

※飛来塩による塩害で用いた理由と同じ

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。

<診断上の留意点>

- 初期内在塩に起因する塩害は、広範囲で一律に劣化が進行する。
- 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、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。
- R C構造であるので、P C構造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、塩分、酸素、水分の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。
- 内在塩の場合、外来塩（飛来塩分・凍結防止剤）に比べ中性化が進行するとすぐに固定された塩化物イオンが解離し、中性化していない位置に移動・濃縮する。そのため、内在塩は外来塩よりも早い時期に鉄筋位置を腐食環境に変え、ひび割れなどの損傷発生が速い。

< 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(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
- 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