

令和 7年度 技術力研修

橋梁の維持管理および補修

コンクリート部材 編

特定非営利活動法人 秋田道路維持支援センター

コンクリート部材編 目次

(出典:コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案))

I 共通編

1. 適用範囲
2. 補修設計
3. 補修の施工
4. 補修後の維持管理

II 表面被覆・含浸工法編

1. 適用範囲
2. 表面被覆・含浸工法の補修設計
3. 表面被覆・含浸工法の施工
4. 検査
5. 補修後の維持管理

III 断面修復工法編

1. 適用範囲
2. 断面補修工法の補修設計

3. 断面補修工法の施工
4. 検査
5. 補修後の維持管理

IV ひび割れ修復工法編

1. 適用範囲
2. ひび割れ修復工法の補修設計
3. ひび割れ修復工法の施工
4. 検査
5. 補修後の維持管理

V 不具合事例

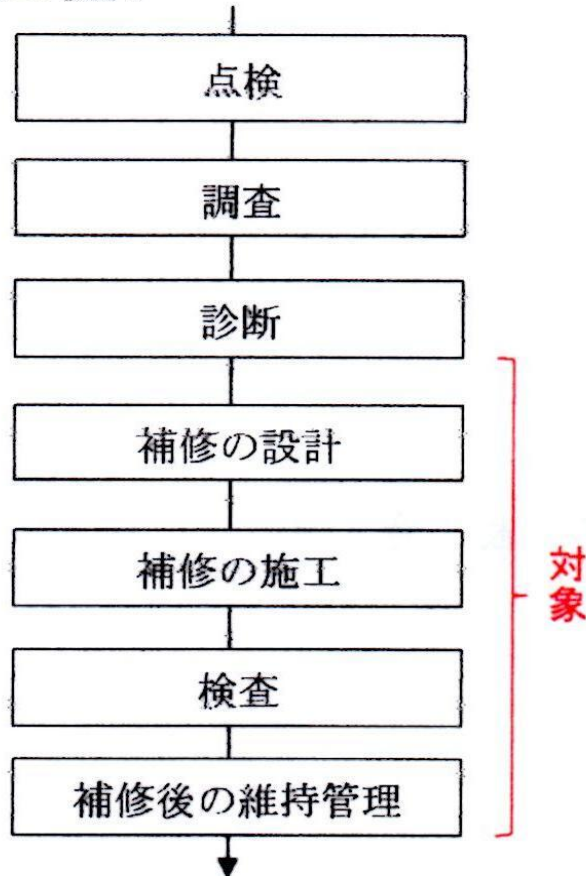
1. 表面被覆工法
2. 断面補修工法
3. ひび割れ修復工法

I 共通編

1. 適用範囲

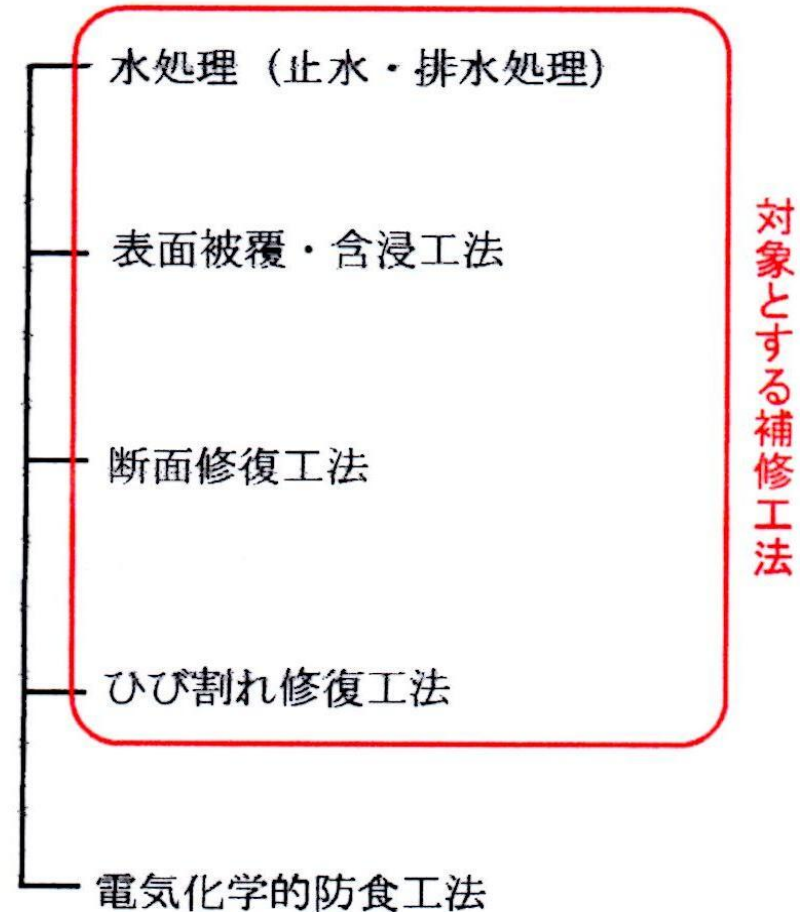
土木コンクリート構造物の耐久性の回復もしくは向上を目的とした 補修に適用する。

補修の流れ



解説 図-1.1.1 補修の流れ

耐久性の回復もしくは向上を目的とした補修工法



解説 図-1.1.2 対象とする補修工法

2. 補修設計

補修設計における基本的事項 出典:設計施工マニュアル 東北地方整備局

- 1) 構造物の外部的条件(関係機関協議等)を満足すること。
- 2) 適切な補修レベルを設定すること。
- 3) 対象構造物の構造細目を確認すること。
- 4) 対象構造物の損傷状況や損傷原因から原因対策型補修とすること。
- 5) 第三者への影響を考慮すること。
- 6) 効率的・効果的であること。(経済性・構造的性において)
- 7) 維持管理の容易性を考慮すること。
- 8) 施工が確実・安全かつ容易であること。

劣化の種類

塩 害:コンクリート中に塩分が浸透し、鋼材が腐食・膨張し、ひび割れが発生する。

中 性 化:コンクリートに二酸化炭素が侵入し、中性化することで鋼材が腐食・膨張し、ひび割れが発生する。

凍 害:コンクリート中の水分が凍結融解作用により、ひび割れが発生する。

ア ル 骨:水酸化物イオンと骨材の反応性シリカ成分が反応し、アルカリシリカゲルが生成・膨張することによりひび割れが発生する。

科学的浸食:土壌、下水施設、工場、温泉等の環境における化学物質がコンクリートを浸食し、劣化させる。

疲 労:繰り返し荷重によってコンクリートが劣化・損傷する。

外力損傷:地震、地盤沈下、土圧、水圧、波圧等の外力によってコンクリートが損傷する。

複合劣化:凍害、塩害、中性化などが複合して劣化が促進される。

初期欠陥:乾燥収縮ひび割れ、温度ひび割れ、豆板(ジャンカ)、表面気泡、コールドジョイント、沈下など。

(1) 塩害

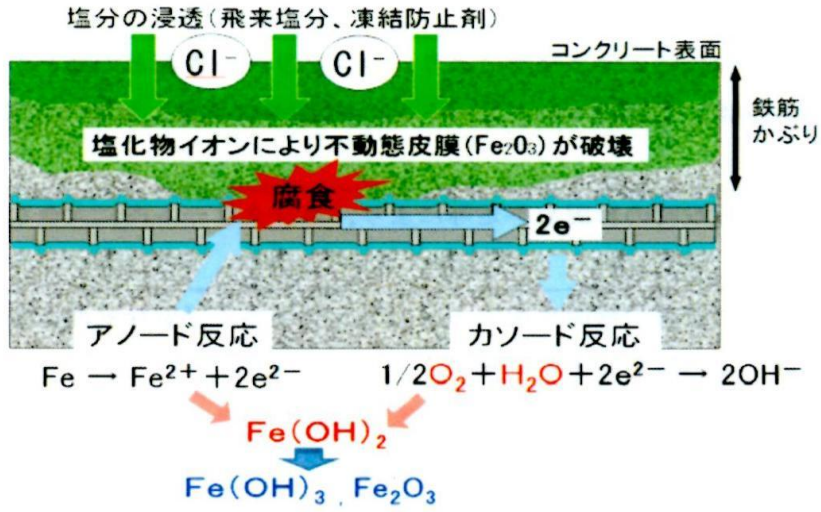
1) 劣化機構

コンクリート中の鋼材の表面は通常、不動態皮膜により腐食から守られているが、細孔溶液中に一定以上の塩化物イオンが含まれると不動態皮膜が破壊され、さびが発生する。さらに塩化物イオンと水が供給されると酸化が進行し、体積が増大し、コンクリートにひび割れが生じ、剥落等の損傷が生じる。

塩害の原因となる塩化物イオンの供給源は、塩分を含んだ骨材などの起因(初期塩分)と飛来塩分や凍結防止剤などの硬化後にコンクリート表面から浸透する(外来塩分)に分類できる。

2) 留意点

- ・かぶりが薄い箇所は、外部から侵入する塩化物イオン濃度が鋼材近傍に容易に達するため腐食が生じやすい。
- ・塩化物イオンを含む部位が中性化した場合、他の部位に移動し濃縮現象が生ずるため、中性化深さに留意する。
- ・橋梁の床版下面や桁端部、路面排水が回り込む箇所等で劣化が生じやすいため、これらの箇所に留意する。
- ・鋼材の腐食は、一様に進行するのではなく、部分的に激しく進行するため、腐食箇所の見落としに留意する。



解説 図-2.2.1 塩害の発生メカニズム (塩分浸透)



解説 写真-2.2.1 桁の下面における塩害による劣化事例

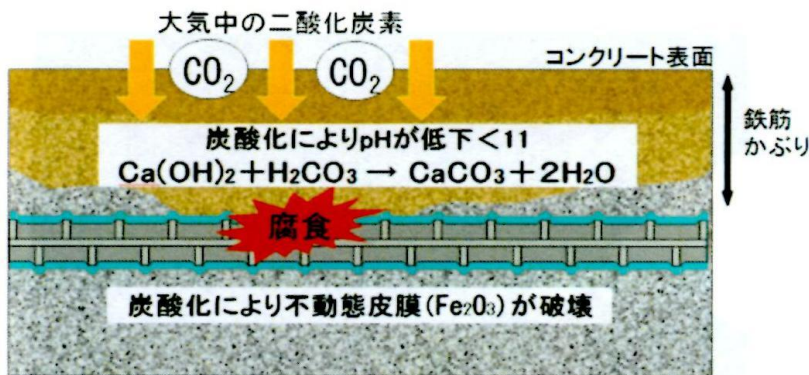
(2) 中性化

1) 劣化機構

中性化の原因となる二酸化炭素は、大気中に存在し、コンクリート表面から侵入することで中の水和生成物と水に反応して炭酸カルシウムとなる。この炭酸化によってpHが低下し、鋼材まで到達すると錆が発生する。さびによってひび割れが生じ、さらに二酸化炭素が供給されて進行し、鋼材の腐食が増大しひび割れが拡大、剥落が発生する。

2) 留意点

- ・かぶりが薄い箇所は、内部のこうざいが中性化の影響を受けやすくなるため、かぶり厚さに留意する。
- ・中性化は、日射によって乾燥しやすい南面や西面の進行が早い傾向がある。
- ・ひび割れや豆板などの欠陥部では、中性化が局所的に大きくなる。
- ・交通量の多い道路等では二酸化炭素濃度が高く、中性化の進行が早める傾向にある。



解説 図-2.2.2 中性化の発生メカニズム



解説 写真-2.2.2 かぶりの薄い箇所における中性化による劣化事例

(3) 凍害

1) 劣化機構

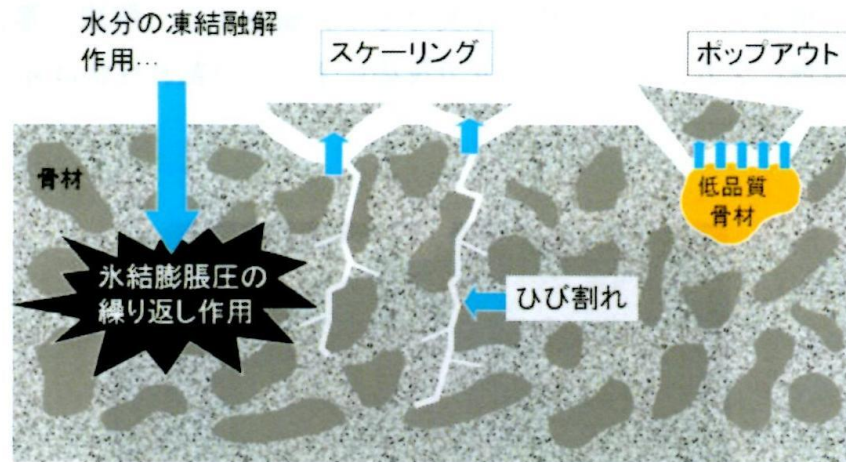
凍害発生メカニズムは諸説あるが、コンクリートの凍結によって内部の空隙中のアルカリ濃度が増大し、濃度が低い近傍の水分が空隙に引き寄せられて氷の成長する。浸透圧説がある。

このように発生したひび割れによって、コンクリート表面がフレーク状に剥がれる現象をスケーリング劣化という。また、低品質な骨材がコンクリート表面に存在した場合、骨材の空隙に侵入した水分が凍結膨張し、コンクリート表面のモルタル分を押し出して剥離する。この現象をポップアウトという。

凍害劣化は、水分の供給と凍結融解作用を繰り返すことにより進行し、ひび割れの拡大や部分欠損等の剥落が発生する。

2) 留意点

- ・凍害は多量の水分が供給され、かつ、日射を受ける箇所で生じやすいため、調査対象の構造物がそれらの作用を受けるかに留意する。
- ・スケーリングは、凍結防止剤の散布や海水飛沫により塩化物イオンが供給される場合に促進されるため、それらに留意する。
- ・ポップアウトは、骨材の品質が悪い場合によく観察されるため、骨材の品質に留意する。



解説 図-2.2.3 凍害の主な劣化現象



解説 写真-2.2.3 橋面排水が流下する箇所の凍害による劣化事例

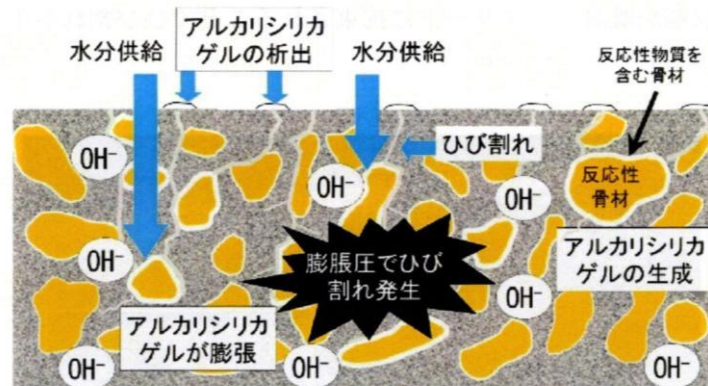
(4) アルカリシリカ反応(アル骨)

1) 劣化機構

アルカリシリカ反応は、コンクリート中の水酸化物イオンと骨材中のシリカ鉱物等の反応性物質が高アルカリ環境下で反応して生成物(アルカリシリカゲル)が生成され、ゲルが吸水膨張することにより、骨材の割れやセメントペースト部のひび割れを生じさせ、これらが進展するとコンクリート全体が膨張したひび割れが発生する。コンクリートの拘束が小さい場合、表面に亀甲状のひび割れが生じ、拘束が大きい場合は主筋と直角にひび割れが発生する。このアルカリ骨材反応の膨張力により、鋼材の曲げ加工部などで破断する場合もある。

2) 留意点

- ・アルカリシリカ反応は、日射、雨掛かり、海水および凍結防止剤等の影響を受けやすい箇所で行進する。
- ・鋼材の拘束の有無により、アルカリシリカ反応によるひび割れ性状は変化するため、鋼材の配置に留意する。



解説 図-2.2.4 アルカリシリカ反応の発生メカニズム



解説 写真-2.2.4 路面排水の影響を受ける箇所でのアルカリシリカ反応による劣化事例

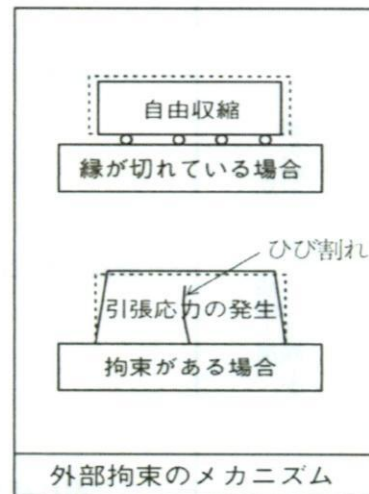
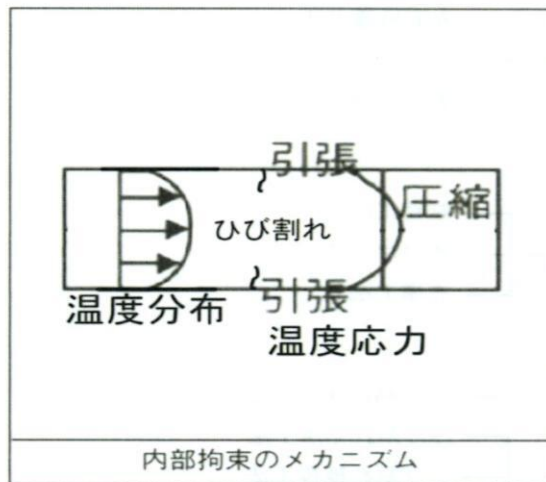
(5) 初期欠陥

1) 劣化機構

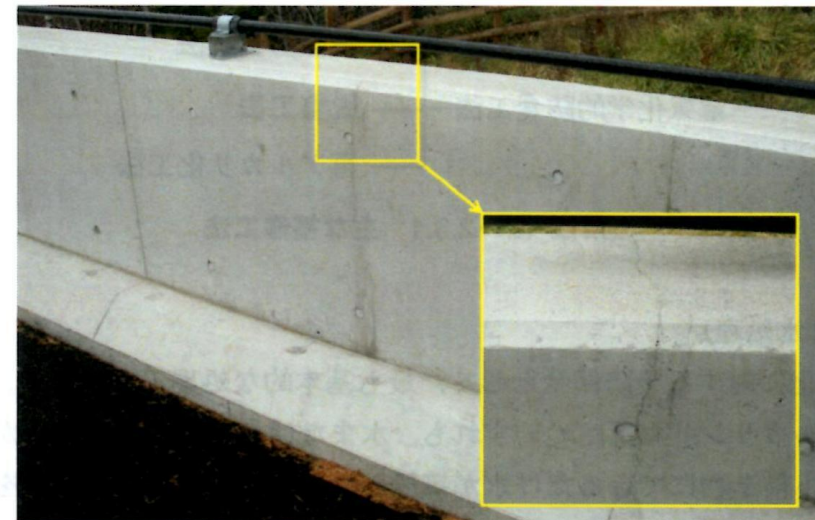
コンクリートの初期欠陥は、硬化中のコンクリートが持つ特性や施工による不備等、様々な要因で発生する。乾燥収縮ひび割れ、温度ひび割れ、豆板、あばた、コールドジョイント、沈下等が一般的に見られる欠陥であるが、ここでは、乾燥収縮ひび割れと温度ひび割れについて説明する。

乾燥収縮ひび割れは、主にコンクリート表面が乾燥して収縮し、この収縮が何らかのの水酸化物イオンと骨材中のシリカ鉱物等の反応性物質が内部拘束や外部拘束を受けると応力が生じて微細なひび割れが発生する。乾燥収縮ひび割れは、ほとんどコンクリートの表層部分にのみ発生する。

温度ひび割れは、セメントの水和熱によってコンクリート部材内外に温度差が発生し、部材に引張応力が発生する内部拘束と、既製コンクリートに新たに打設したコンクリートの収縮を拘束することでひび割れが発生する外部拘束がある。



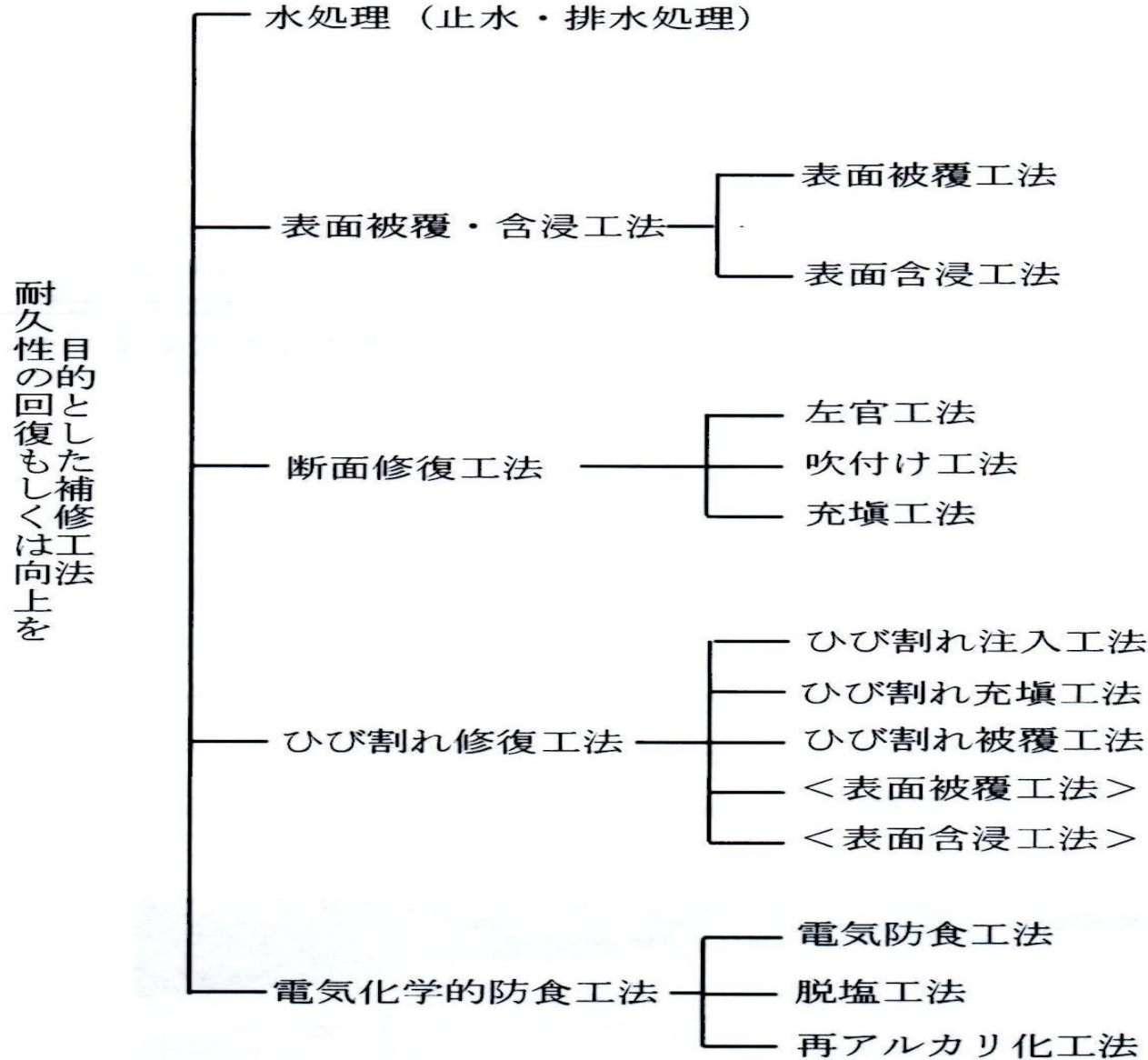
解説 図-2.2.4 初期欠陥・温度ひび割れの発生メカニズム



解説 写真-2.2.5 初期欠陥・乾燥収縮と温度ひび割れの事例

補修工法の種類

補修工法には、水処理、表面被覆・含浸工法、断面修復工法、ひび割れ修復工法および電気化学的防食工法などがある。



解説 図-2.3.1 主な補修工法

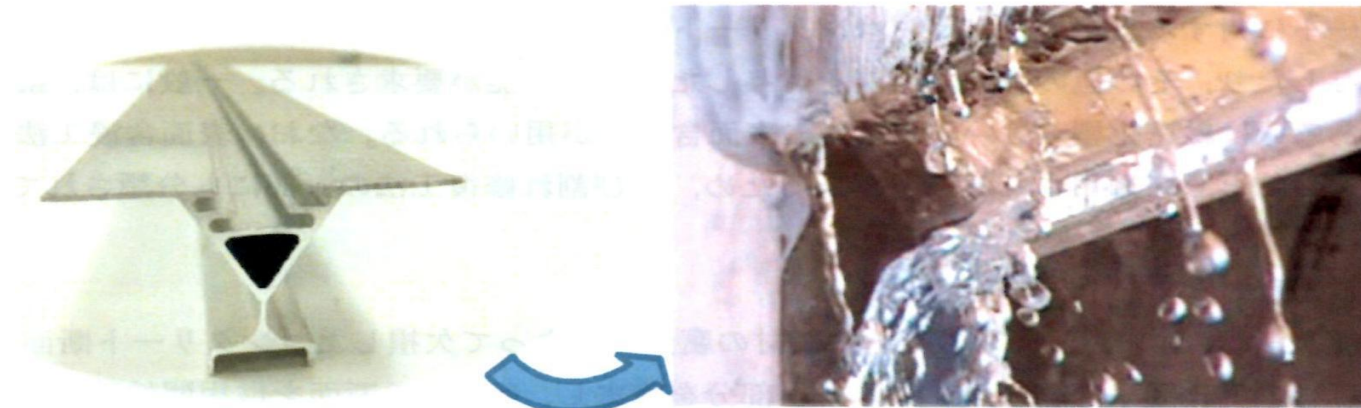
(1) 水処理(止水・排水処理)

水処理は様々な劣化に対する予防保全として、最も基本的な処理工法である。

塩害、中性化、アルカリシリカ反応は、水または水に溶解した塩分がコンクリートの初期欠陥は、硬化中のコンクリートが持つ特性や施工による不備等、様々な要因で発生する水劣化要因となる。よって、構造物にできるだけ水が接触しないように水回り、排水を工夫することが重要であり、これを水処理という。

特に、雨水の当たる構造物の上面、排水溝付近、橋梁の桁端部、上部工からの排水が当たる下部工の桁受け部など、湿潤状態となりやすい箇所については、水処理を行うことが望ましい。具体的な方法の例を下記に示す。

- ・ 構造物の上面には、水たまりができないように、わずかな勾配を設ける。
- ・ 排水溝、配水管の目詰まり防止(ゴミ、落ち葉、土砂の排除)
- ・ 配水管の位置、径、長さ、向きの工夫
- ・ 構造物側面から下面への水回りの防止として、水切りの設置
- ・ 橋梁の桁間、桁端から下部工への雨水の落下対策(樋の設置)
- ・ 道路床版における表面防水層の設置



解説 図-2.3.2 後付施工が可能な水切り設備の例

(株)ネクスコ・エンジニアリング東北ホームページより転載)



解説 図-2.3.3 橋梁の桁端における樋の設置 (資料提供: 土木研究所 CAESAR)

(2) 表面被覆・含浸工法

1) 表面被覆工法

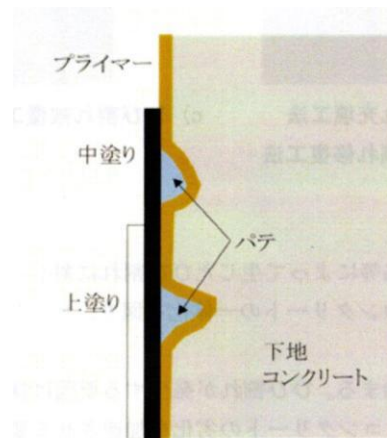
表面被覆工法は、劣化因子の侵入やコンクリートの剥落を抑制または防止する効果を有する皮膜をコンクリートの表面に形成させる工法である。樹脂系もしくはポリマーセメントモルタル系などの被覆材が用いられる。

2) 表面含浸工法

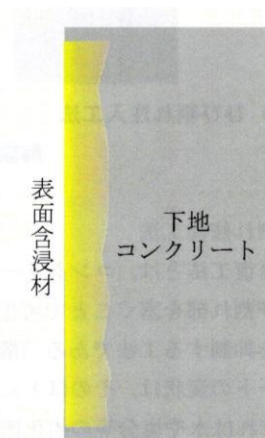
表面含浸工法は、所定の効果を発揮する材料をコンクリート表面から含浸させ、コンクリート表層部の組織を改質して、コンクリート表層部へ特殊機能の付与を実現させる工法である。

一般には、撥水型(シラン系)あるいは緻密化型(けい酸塩系)の表面含浸材が用いられる。

なお、表面含浸工法は、ひび割れしゅうふくを目的として適用されることもあるため、ひび割れ修復工法の一部にも分類されている。



解説 図-2.3.3 表面被覆工法

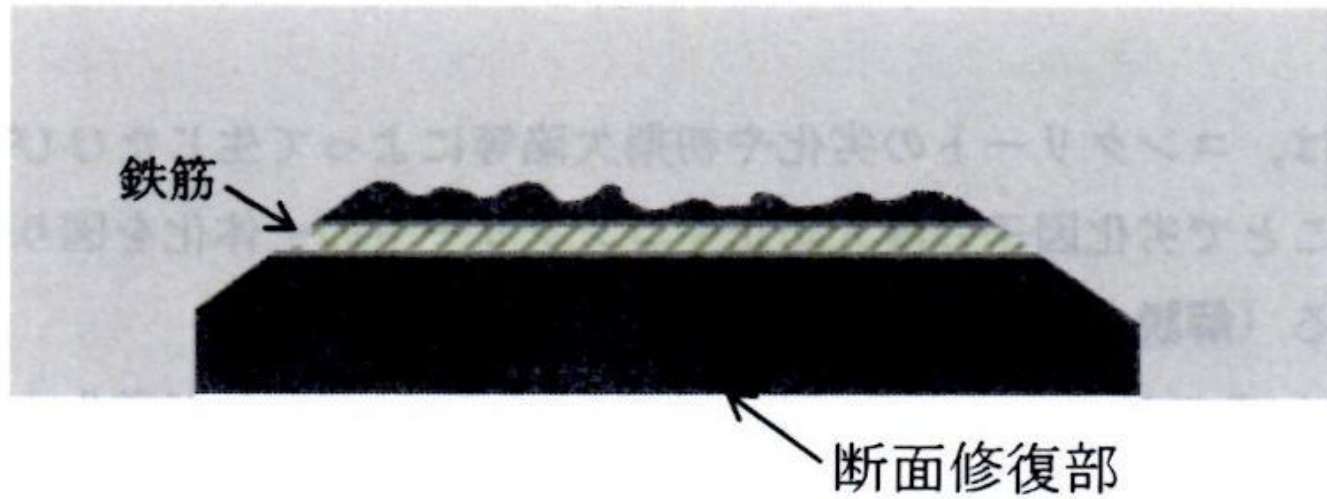


解説 図-2.3.4 表面含浸工法

(3) 断面修復工法

断面修復工法は、コンクリートの劣化や鋼材の腐食によって欠損したコンクリート断面、または、許容限度以上の劣化因子を含むコンクリート部分を除去し、その後の断面を供用開始時の性能及び形状・寸法に戻す工法である。

下地コンクリートのはつりおよび仕上げ、鉄筋処理、はつり面への吸水防止処理、断面修復材の施工等の工程を必要とする。断面修復材の施工方法は、左官工法、吹付工法および充填工法がある。



解説 図-2.3.6 断面修復工法

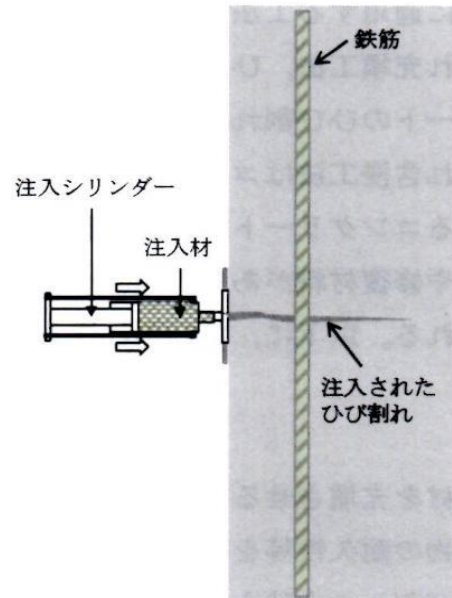
(4) ひび割れ修復工法

ひび割れ修復工法は、コンクリートの劣化や初期欠陥によって生じたひび割れに対し、ひび割れ部を塞ぐことで劣化因子の侵入防止やコンクリートの一体化を図り、コンクリートの劣化進行を抑制する工法である。

修復工法は、ひび割れ注入工法、ひび割れ充填工法、ひび割れ被覆工法、表面被覆工法、表面含浸工法に大別され、注入工法はひび割れ内部まで対策する工法で、その他は表面のひび割れを対策する工法である。

1) ひび割れ注入工法

ひび割れ注入工法は、コンクリートに生じたひび割れに注入材を充填させることによって、ひび割れへの劣化因子(水や塩分等)の侵入を防止し、耐久性等を向上させることを目的とした工法である。



a) ひび割れ注入工法



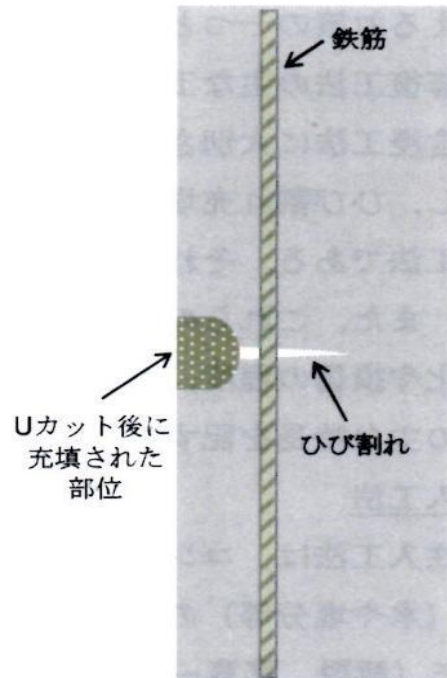
解説 写真-2.3.1 ひび割れ注入工法の施工例

2) ひび割れ充填工法

ひび割れ充填工法は、コンクリート表面のひび割れをU字もしくはV字に切削し、その切削部に充填材を充填させることによって、ひび割れからの劣化因子(水や塩分等)の侵入を防止することを目的とした工法である。

1.0mm程度以上の比較的大きな幅のひび割れや劣化が進行しているひび割れで、かつ、鉄筋が腐食していない場合の補修に適した補修工法である。

また、ひび割れ注入工法とは異なり、ひび割れの一体化による構造的な補修ではないため、構造物の建設時の性能までの回復は期待できない。



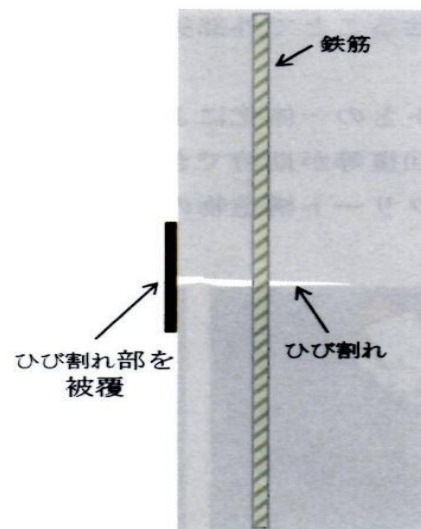
b) ひび割れ充填工法



解説 写真-2.3.2 ひび割れ充填工法の施工例

3) ひび割れ被覆工法

ひび割れ被覆工法は、表面被覆・含浸工法の一部であり、コンクリート表面のひび割れを表面被覆することで劣化因子（水や塩分等）の侵入を防止することを目的とした工法であり、比較的小さな幅のひび割れに適用される補修工法である。



c) ひび割れ被覆工法

解説 図-2.3.7 ひび割れ修復工法

(5) 電気化学的防食工法

電気化学防食工法は、電気防食工法、脱塩工法、再アルカリ工法および電着工法に分類される。

電気防食工法は、コンクリートを介して鋼材に防食電流を供給し、鋼材表面におけるアノード反応を停止させる工法である。

脱塩工法は表面に仮設陽極材を設置し塩化物イオンを電気泳動させることにより除去する工法である。

再アルカリ化工法は、コンクリート表面に仮設陽極材を設置し、コンクリートにアルカリ性の電解質溶液を電気浸透させることで、中性化しているコンクリートのアルカリ性を回復させる工法である。

補修設計の設定と補修工法の選定

(1) 補修方針の設定

- ・補修設計を行う場合には、補修方針を明確にした上で、適切な補修方法を選定しなければならない。
- ・構造物の置かれている環境条件や劣化の状況、今後の供用計画によっては、経過観察や構造物の再構築という選択も必要である。



解説 図-2.4.1 補修工法検討の流れ

(2) 補修工法選定上の留意点

補修工法の選定にあたっては、各種補修工法の特徴、適用条件、施工条件、費用等の留意点を十分に把握したうえで、選定しなければならない。

解説 表-2.4.3 補修工法選定上の留意点 (その1)

塩 害				
劣化状態	変状なし（塩分量が発錆限界以下）	変状無し（鉄筋腐食が始まる）	ひび割れや浮き、錆汁	耐力値低下が懸念される劣化
水処理	・実施することが基本	・実施することが基本	・実施することが基本	<ul style="list-style-type: none"> 補修内容は同左、ただし、延命措置と考え、再構築を計画する
表面被覆	<ul style="list-style-type: none"> 塗布した面によってコンクリート内部への水分浸入が抑制できること 塗布面以外からの水分浸入があり、被膜によって内部に水分を滞留させないこと 定期的な塗り替えが必要、被覆材が劣化すると滞水が生じ塩分浸透が促進 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 既に内部に入った塩分に対しては効果が無い（内部拡散の影響も考慮する） 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 断面修復工法が行われる場合には、断面修復後に実施 	
表面含浸	<ul style="list-style-type: none"> 塗布した面によってコンクリート内部への水分浸入が抑制できること 塗布面以外からの水分浸入があり、含浸面によって内部に水分を滞留させないこと 表面被覆に比べ遮断性は低い 性能に差がある 耐久性の実証データは少ない 表面被覆や断面修復の付着性を阻害する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 既に内部に入った塩分に対しては効果が無い（内部拡散の影響も考慮する） 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 断面修復工法が行われる場合には、断面修復後に実施 	
断面修復		<ul style="list-style-type: none"> はつり規模に対する耐力の照査が必要 第三者被害が想定される箇所では剥落防止対策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	
脱塩	<ul style="list-style-type: none"> コストを考慮 アルカリシリカ反応の発生が懸念 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	
電気防食	<ul style="list-style-type: none"> 機器のメンテランスを考慮 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	
アンカー、巻立て				
鉄筋の交換				
補強、再構築				

中性化

(脱塩, 電気防食以外は塩害と変わらない。ただし進行が遅いので経過観察も考慮に入れる)

凍害

劣化状態	変状無し	表面的な劣化	骨材の露出や剥落	かぶりコン剥落、鉄筋露出・腐食
水処理	・実施することが基本	・実施することが基本	・劣化の進行によって滞水しやすくなる	
表面被覆材		・内部の水の凍結は防げない, 背面や継目から水の浸入がある場合, 内部に水を閉じ込め, 凍害が進行する恐れ ・定期的な塗り替えが必要. 被覆材が劣化すると滞水が生じ凍害が促進	・同左 ・断面修復工法が行われる場合には, 断面修復後に実施	
表面含浸		・被覆に比較して遮断性能は低い ・内部の水の凍結は防げない。背面や継目から水の浸入がある場合, 内部に水を閉じ込め, 凍害が進行する恐れ ・性能に差がある ・耐久性についての実証データは少ない ・表面被覆や断面修復の付着性を阻害する可能性	・同左 ・断面修復工法が行われる場合には, 断面修復後に実施	
ひび割れ注入			・ひび割れ発生部に対してはひび割れ注入が行われる場合がある。ただし, 浮いている部分は除去して断面修復を実施すべき	
断面修復			・はつり規模により耐力の照査が必要 ・第三者被害が想定される箇所では剥落防止対策が必要	・同左
鉄筋の交換				
補強、再構築				

解説 表-2.4.3 補修工法選定上の留意点 (その2)

アルカリシリカ反応				
劣化状態	膨張はあるが、ひび割れ無し	ひび割れ発生	ひび割れ進展	ひび割れ増大、耐力低下が懸念される劣化
水処理	・実施することが基本	・実施することが基本	・実施することが基本	・実施することが基本
表面被覆		・背面や継目から水の浸入がある場合、内部に水を閉じ込め、アルカリシリカ反応が進行する恐れ ・定期的な塗り替えが必要。被覆材が劣化すると滞水が生じアルカリシリカ反応が促進 ・膨張が収束していない場合は、変形追従性のある表面被覆材を使用	・同左 ・ひび割れ注入と併用	・同左
表面含浸	・被覆に比較して遮断性能は低い ・背面や継目から水の浸入がある場合、内部に水を閉じ込め、ASRが進行する恐れ ・性能に差がある ・耐久性の実証データは少ない ・表面被覆や断面修復の付着性を阻害する可能性	・同左 ・膨張が収束していない場合は、新たなひび割れから浸入	・同左 ・ひび割れ注入と併用	・同左
ひび割れ被覆・充填		・膨張が収束していない場合は、ひび割れ追従性が必要	・同左 ・ひび割れ注入と併用	・同左
ひび割れ注入		・膨張が収束していない場合は、ひび割れ追従性が必要	・同左	・同左
アンカ、巻立て			・全周を巻き立てないと効果が小さい	・同左
断面修復				・残存膨張による影響を考慮
鉄筋の交換				
補強、再構築				・この時点で膨張が収束していない場合には補修は暫定措置。再構築を検討すべき
その他		・現状のひび割れの有害性を検討し、補修の必要性がない場合は経過観察	・同左	

温度・乾燥ひび割れ

劣化状態	ひび割れ幅 小 (0.2mm以下) 一般的には補修不要の範囲	ひび割れ幅 中 (0.2~1mm)	ひび割れ幅 大 (1mm以上)
表面含浸	・性能に差がある ・耐久性の実証データは少ない ・表面被覆や断面修復の付着性を阻害する可能性		
ひび割れ被覆・充填		・塩害箇所では、十分な遮塩性が得られない可能性あり	・同左
ひび割れ注入			・ひび割れ幅が大きいと完全な注入が困難

(2)補修工法選定の留意点

1)水処理

・凍害、塩害、アルカリシリカ反応とともに、水分の侵入が一因である。予防対策として水回りを検討し、適切に排水処理を行うことが第一に重要であり、最も基本的な措置である。

2)表面被覆工法

・コンクリート表面を塗膜等で覆うことで水分の浸透を防ぐ工法である。塗膜は経年劣化するので、定期的な塗り替えが必要であり、被覆を行ってしまえば目視観察ができなくなる恐れもある。

3)表面含浸工法

・コンクリート表面に塗布・含浸させることで表層部の劣化因子の浸透を抑制するなどの品質改善効果を得る工法である。主な材料の種類はシラン系とケイ酸塩系があり、品質改善のメカニズムや程度が異なる。また、製品によって補修効果を有する成分の含有量なども大きく異なる。このため、目的や用途に適合した性能を有する製品を選定することが重要である。

4)ひび割れ修復工法

・ひび割れ修復工法には、ひび割れ被覆、充填、注入工法があり、ひび割れ幅に応じて適切な工法を選択することに加え、現在の状況変化を確認し、材料および工法を選択する必要がある。また、塩害環境のにも留意する。。

5)断面修復工法

・劣化部の十分な除去が必要である。特に塩害等の場合は、鉄筋裏まではつり取り等必要に応じた断面修復が必要である。また、はつりの際に構造体としての耐力が確保されることを事前に確認しなければならない。

6)脱塩工法

・脱塩工法の選択に当たっては、すべての塩化物イオンが抜けるわけではないことを念頭に置く必要がある。

7)電気防食工法

・内部に侵入した塩分の除去が不要であり、多量の塩化物イオンが侵入してしまった場合でも鉄筋の腐食を停止させることができる。

8)巻立て工法

・主に耐震補強工事、剥落防止やアルカリシリカ反応によるひび割れ進展抑制の目的で実施される。

3. 補修の施工

(1) 施工のための調査

1) 一般

- ・事前に補修範囲について調査を行い、特に構造物の現況について設計条件との整合を確認しなければならない。
- ・補修設計時の条件と構造物の条件が合致しない凍害、塩害、アルカリシリカ反場合は、材料や工法、工期の変更を行うこととする。

2) 補修対象部位に供給される水分に関する調査

- ・現地調査では、特に気体や液体として供給される水分に着目して調査する。

(2) 施工管理

- ・確実な施工を行うため、施工計画書に則り、工程ごと、補修工法(材料)ごとに定められた管理項目を適切な方法で管理しなければならない。

(3) 安全管理

- ・施工にあたっては、作業員および第三者3社の安全に配慮して実施しなければならない。

(4) 廃棄物の処理

- ・施工により発生した廃棄物は、関係法令に従って産業廃棄物として適切に処理しなければならない。

(5) 施工の記録

- ・施工管理結果などの補修の施工に関する情報を補修工事報告書として記録するとともに、構造物の管理者は構造物を供用する期間、これを保存する。また、報告書には施工前の劣化状況や施工中の施工困難な部分などの特徴的な部分の有無とその対策についても記録する。

4. 補修後の維持管理

(1) 一般

- ・補修の施工後、コンクリート構造物の維持管理を適切に行うため、維持管理計画を策定して、これに基づき点検を実施し、構造物の健全性を確認する。

(2) 補修の施工後の点検

- ・点検の実施に先立ち、対象構造物の種類や施工された補修工法、補修材料の種類に応じて点検計画を作成する。
- ・施工後に実施する定期点検は、初回の点検を補修の施工から1年程度で実施し、その後は適切な頻度で実施する。

(3) 補修の施工後に実施する点検の項目と方法は、構造物の種類や補修工法、補修材料の種類により、適切に設定する。

- ・現地調査では、特に気体や液体として供給される水分に着目して調査する。

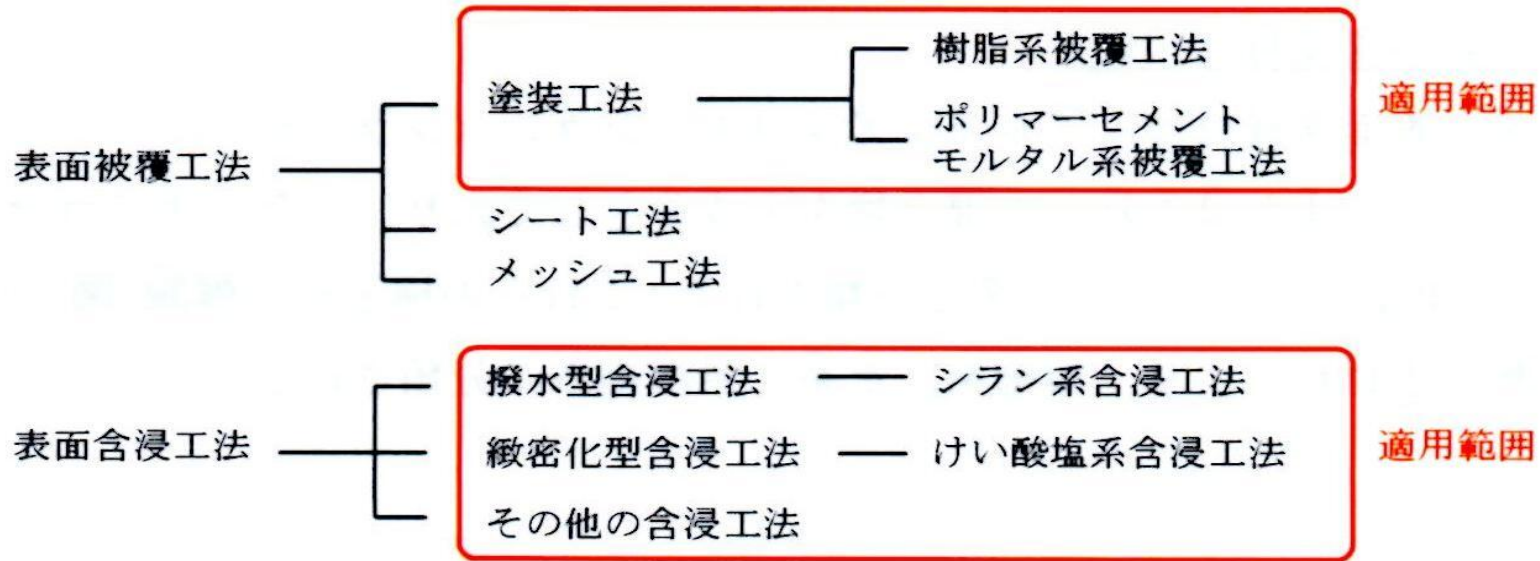
(4) 点検の結果は適切な方法で記録し、構造物を供用する期間はこれを保存する。

(5) 点検結果の評価・判定を行い、適用した補修工法の状況を把握して維持管理計画に反映する。また、必要に応じて講ずる対策について検討する。

Ⅱ 表面被覆・含浸工法編

1. 適用範囲

コンクリート構造物の補修対策施工マニュアルを用いて、表面被覆工法もしくは表面含浸工法による補修を行う場合に適用する。



解説 図-1.1.1 表面被覆・含浸工法編の対象工法

参考

撥水型(シリコン系)表面含浸材:コンクリートに含浸し、表層部に撥水性を付与する機能を持つ材料。

緻密化型(ケイ酸塩系)表面含浸材:コンクリートに含浸し、ゲルを生成し緻密化する。または、固化した主成分が細孔を充填して表層部を改質させる機能を有する材料。

2. 表面被覆・含浸工法の補修設計

(1) 補修に求める性能

1) 表面被覆・含浸工法の設計を行う場合には、工法の補修に求める性能を明確にした上で、達成するための工法と材料の選定および施工範囲の設定を行わなければならない。

2) 表面被覆・含浸工法に求める性能は、劣化機構とその進行程度に応じて必要となる遮蔽性等の性能を考慮して、これを適切に設定しなければならない。

3) 劣化機構にかかわらず求める表面被覆・含浸工法の基本的な性能として、施工性、耐久性、維持管理性、環境適応性を明確にしておく必須とし、必要に応じて美粧性や意匠性の要請を明確にしなければならない。

解説 表-2.1.1 表面被覆工法に求める性能と劣化機構の関係

補修方針	表面被覆工法に求める性能	劣化機構			
		塩害	凍害	ASR	中性化
劣化因子の遮断	塩化物イオン遮蔽性	◎	○	○	○
	二酸化炭素遮蔽性				◎
	酸素遮蔽性	※			
	ひび割れ追従性	○	○	○	○
水分の制御	遮水性	○	◎	◎	△
	水蒸気遮蔽性		○	△	△
	水蒸気透過性			△	

◎：主として必要なもの，○：副次的に必要なもの，△：場合により必要となるもの

※：酸素遮蔽性は、コンクリート部材の外表面全てを完全に被覆できる場合のみ考慮する

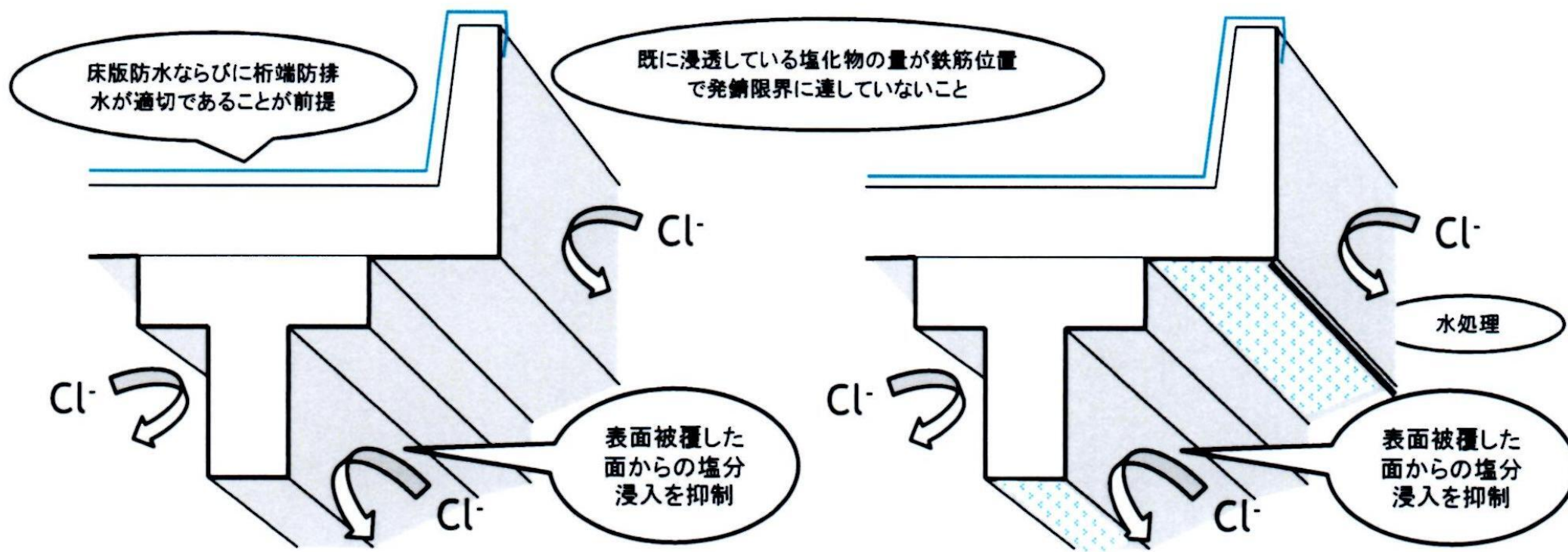
解説 表-2.1.2 表面含浸工法に求める性能と劣化機構の関係

補修方針	表面含浸工法に求める性能	劣化機構			
		塩害	凍害	ASR	中性化
劣化因子の遮断	塩化物イオン遮蔽性	◎	○	○	○
	二酸化炭素遮蔽性				◎
水分の制御	遮水性	○	◎	◎	△
	水蒸気透過性			◎	△

◎：主として必要なもの，○：副次的に必要なもの，△：場合により必要となるもの

(2) 施工範囲の設定

構造物の劣化状況の調査結果に基づいて、表面被覆・含浸工法の施工範囲を適切に設定しなければならない。



表面被覆：灰色部分

浸入防止をめざした例

表面被覆：灰色部分

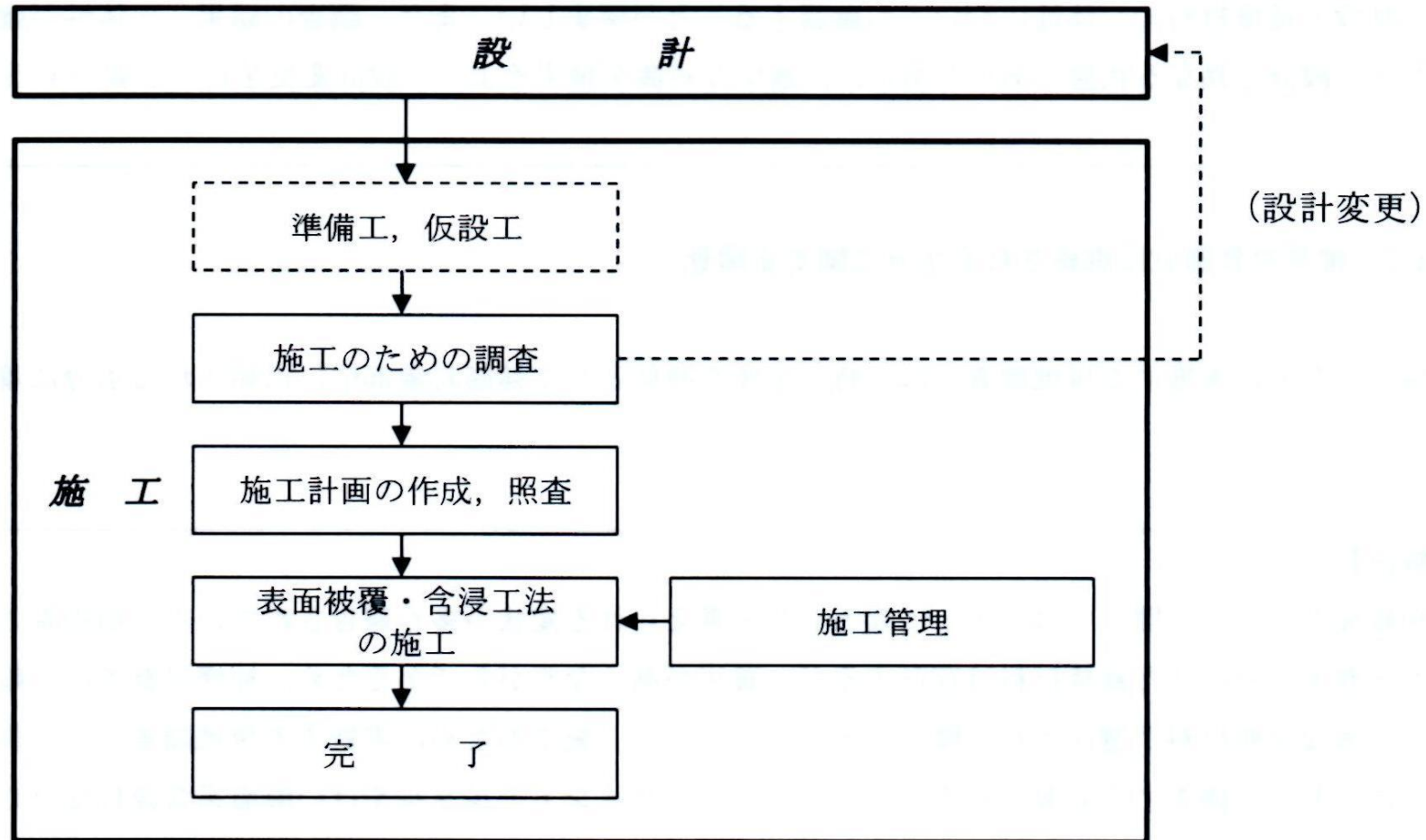
浸入抑制と排出促進をめざした例

解説 図-2.3.1 水分および塩化物イオン浸入に対するコントロールの方策

3. 表面被覆・含浸工法の施工

(1) 一般

表面被覆・含浸工法の施工は、本工法を適用する目標に基づいて定められた要求性能を満足させるために、施工のための調査を実施し、適切な施工計画を立案し、適切な施工管理のもと、実施する。



解説 図-3.1.1 表面被覆・含浸工法の施工フローの例

(2) 施工のための調査

1) 一般

・表面被覆・含浸工法の施工にあたっては、事前に補修範囲の調査を行い、特に構造物の現況について設計条件との整合を確認しなければならない。

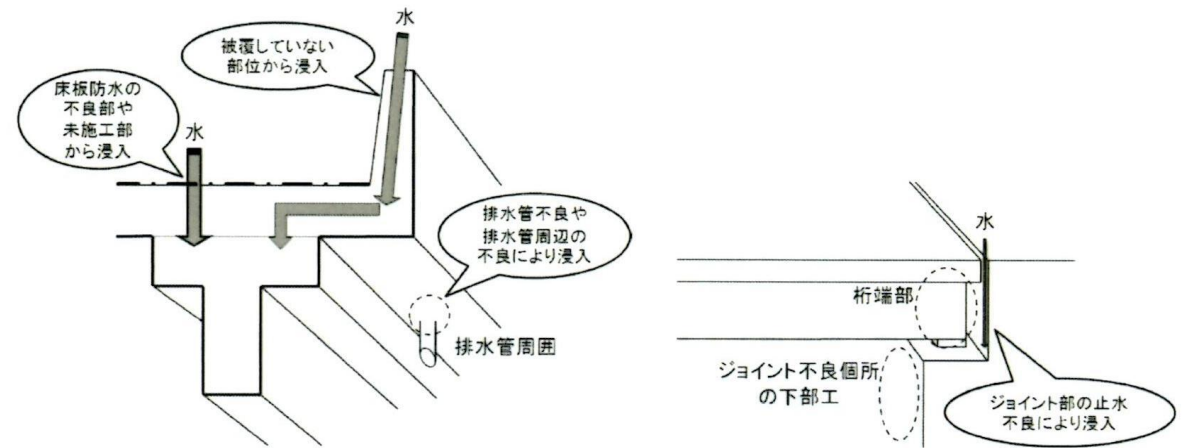
・施工のための調査により、補修設計時の条件と構造物の条件が合致しないことが明らかになった場合は、必要に応じて補修材料、補修工法、補修範囲、工期などを変更する必要がある。

2) 補修対象部位に供給される水分に関する調査

・現地調査では、気体や液体として補修対象部位に供給される水分に着目して調査する。



解説 図-3.2.1 気体の水分(水蒸気)の結露が要因となり発生した塗膜の剥離



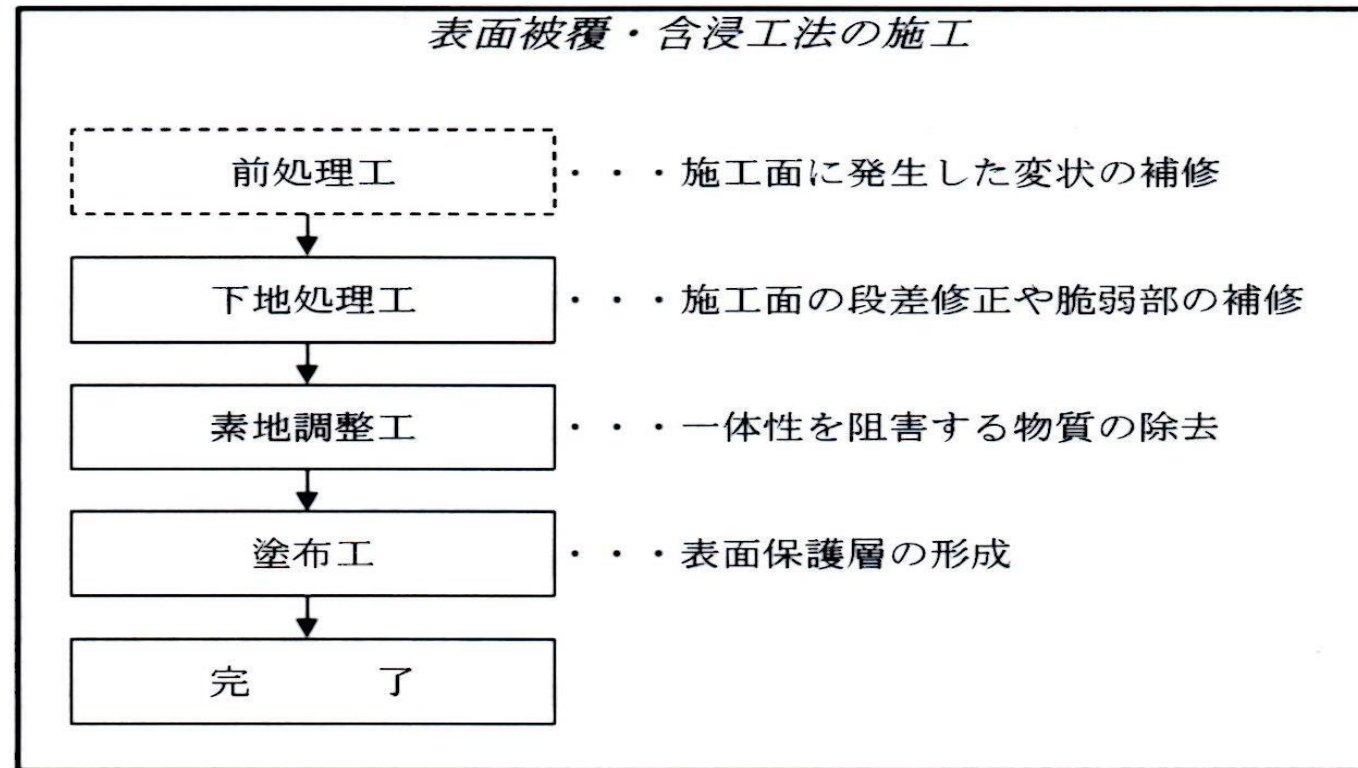
解説 図-3.2.2 液体の水分による変状が生じやすい箇所の例

(3) 施工計画

- 1) 施工計画は前項で明らかになった事項や選定する補修工法の施工方法などを考慮して策定する。
- 2) 策定した施工計画について、関係各間で十分に確認し、必要があれば修正、変更を行う。

(4) 施工工程

・表面被覆・含浸工法の施工は、前処理工、下地処理工、素地調整工、塗布工ごとに、各補修工法(材料)に定められた手順や使用に基づき、適切に実施する。



解説 図-3.4.1 表面被覆・含浸工法の施工工程と各工程の目的

(5) 施工管理

1) 一般

・ 確実な施工を行うため、施工計画書に則り、工程ごと、補修工法(材料)ごとに定められた管理項目を適切な方法で管理しなければならない。

2) 材料の管理

・ 材料の管理では、選定した補修材料が適切な品質であることや数量、保管状況について管理することとする。

解説 表-3.5.1 材料の管理に関する主な管理項目

補修材料の管理項目	管理方法	頻度	判定基準
品質	品質証明書	材料毎に受入前	設計で設定した品質規格に適合すること
	試験成績表	ロット毎	製造会社の製品規格に適合すること
	目視 使用期限	ロット毎	異物の混入などがないこと 使用期限を超えないこと
数量	出荷証明書 搬入数量	ロット毎	設計数量, 注文数量が納品されていること
保管環境	目視, 温湿度等	適宜	適切な保管状況であること

3) 施工状況

・ 施工状況の管理では、適切な作業環境や作業工程で施工されていること、また施工計画に従って施工が進められていることを管理する。

4) 品質の管理

・ 品質の管理では、施工により形成された保護層が適切な品質を有しているかなどを確認する。

(6)安全管理

1)一般

- ・表面被覆・含浸工法の施工にあたっては、作業員、および第三者の安全に配慮して実施しなければならない。

2)材料の保管

- ・選定した材料はSDS(安全データシート)などにより消防法で分類される危険物の種類を確認して、適切な方法で保管しなければならない。

3)廃棄物の処理

- ・施工により発生した廃棄物は、関係法令に従って産業廃棄物として適切に処理しなければならない。

以下に記した関連する主な法令について参照すること。

- ・ 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（平成 27 年 7 月）
 - ・ 同法施行令（平成 28 年 2 月）
 - ・ 同法施行規則（平成 27 年 12 月）
- ・ 建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について（平成 23 年 3 月）
- ・ 建設廃棄物処理マニュアル 建設廃棄物処理ガイドライン改訂版（平成 13 年 7 月）
- ・ 建設廃棄物処理指針（平成 23 年 3 月）
- ・ 建設副産物適正処理推進要綱（平成 14 年 5 月）

(7)施工の記録

- ・ 施工管理結果などの補修の施工に関する情報を補修工事報告書として記録するとともに、構造物の管理者は構造物を供用する期間、これを保存する。また、報告書には施工前の劣化状況や施工中の施工困難な部分などの特徴的な部分の有無とその対策についても記録する。

- ・ 施工記録は構造物に付すことを原則とする。

4. 検査

(1) 一般

- 1) 検査は、表面被覆・含浸工法の施工において管理される項目を把握し、あらかじめ検査計画を策定して、これに則って実施する。
- 2) 検査の結果、不合格となった場合は、適切な処置を講ずる。

(2) 検査の記録

- ・検査結果は、施工後の維持管理において重要な情報となるため、検査結果を記録して、構造物を供用する期間は保存する。

5. 補修後の維持管理

(1) 一般

- ・補修の施工後、構造物の維持管理を適切に行うため、維持管理計画を策定して、これに基づき点検を実施し、適切に維持管理を行う。

(2) 補修の施工後の点検

- ・点検の実施に先立ち、対象構造物の種類や施工された補修工法、補修材料の種類に応じて点検計画を作成する。
- ・施工後に実施する定期点検は、初回の点検を補修の施工から1年程度で実施しその後は適切な頻度で実施する。
- ・補修の施工後に実施する点検の項目と方法は、構造物の種類や補修工法・材料の種類により、適切に設定する。
- ・点検結果の評価・判定を行い、適用した補修工法の状況を把握して維持管理計画に反映する。また、必要に応じて講じる対策について検討する

Ⅲ 断面修復工法編

1. 適用範囲

この断面修復工法編は、共通編における修復工法選定において、断面修復工法を選択した場合に適用する。

用語の定義

- フェザーエッジ:コンクリートをはつり取った際に生ずるはつり面端部の角度が緩やかなスロープ状となるはつり形状(断面修復材が薄くなり、ひび割れが生じやすい一端部にはカッター目地を入れる)
- ドライアウト:フレッシュ状態の断面修復材の水分が下地コンクリートに吸収され、セメントの水和が阻害されること
- 吸水防止処理:ドライアウトを防止する目的で、下地コンクリートの表面を湿潤状態に保つかプライマー処理を行う行為
- 水湿し処理:吸水防止処理の手法の一つであり、下地コンクリートの表面に散水するなどして湿潤状態を保つ行為
- プライマー処理:吸水防止処理の手法の一つであり、下地コンクリートの表面にセメント混和用ポリマーディスバージョンまたはその希釈液、エポキシ樹脂等を塗布あるいは吹きかける行為
- しごき:左官工法において、最初に下地コンクリートに断面修復材を少量薄塗りして、ここで圧力をかけながら擦り付ける行為
- 換算圧縮強度:JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法による強度値相当に換算した圧縮強度

2. 断面修復工法の補修設計

(1) 補修方針の設定

断面修復工法の設計を行う場合には、断面修復工法に求める補修方針を明確にした上で、それを達成するための施工範囲の設定、施工方法の設定、および材料の選定を行わなければならない。

(方針としては、「劣化因子の遮断」、「水分の侵入抑制」、「不動態皮膜の保護」、コンクリとの復元)」

解説 表—2.1.1 補修方針と断面修復材に求める品質項目との関係

補修方針		(1)劣化因子の遮断 や水分の浸入抑制	(2)不動態皮膜 の保護	(3)劣化部分の 断面の回復	(4)構造体としての 耐力の回復
断面修復材に 求める品質項目					
断面修復材	凍結融解抵抗性	○		○	
	中性化抵抗性	○	○		
	塩分浸透抵抗性	○	○		
	ひび割れ抵抗性	○	○		○
	マクロセル腐食防止		○		
	強度				○
	弾性係数				○
付着界面	付着強度			○	○
	劣化因子遮断性※	○	○		

※付着界面の劣化因子遮断性を直接照査するのは困難なので付着強度で照査する

(2) 構造物の劣化状態の確認と施工範囲の設定

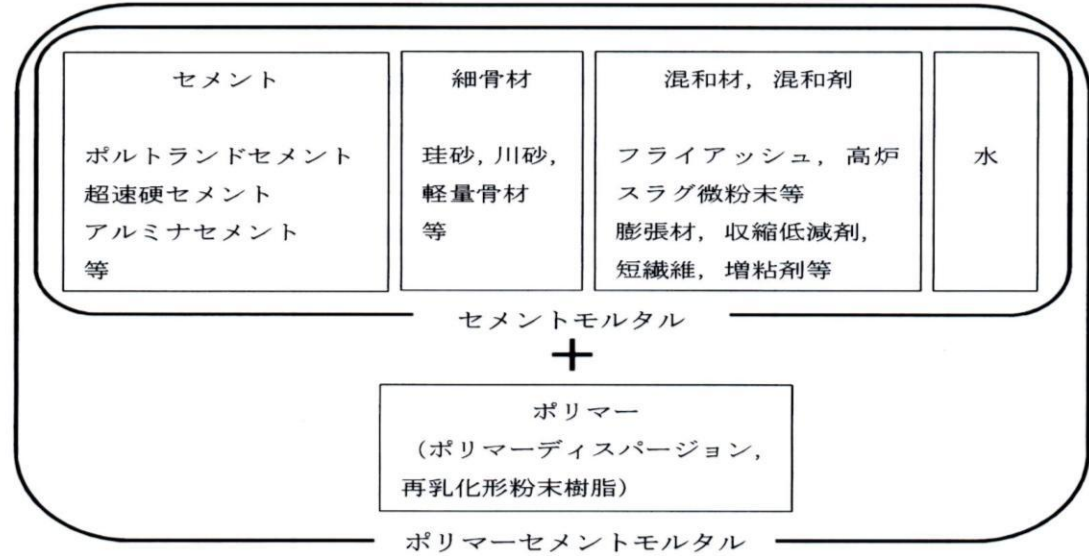
- 1) 構造物コンクリートの品質、劣化の状態および劣化因子の侵入状態等の調査結果ならびに、劣化部位のはつり中の構造物の応力状態を考慮したうえで、断面修復材の施工範囲を適切に設定しなければならない。
- 2) 構造物の劣化状態により、ひび割れ修復工法や表面被覆工法との併用・使分けを検討しなければならない。

(3) 施工方法の設定

構造物の状態、施工箇所、施工規模に応じて、断面修復工法の適切な施工方法を選定しなければならない。

(4) 断面修復材の品質確認

- 1) 工法に求められる性能および施工条件に応じた適切な施工性を有する断面修復材を選定しなければならない。
- 2) 断面修復材に求める品質項目としては、使用材料の品質、施工性、中性化抵抗性および強度等があり、これらを確認しなければならない。また、必要に応じて、凍結融解抵抗性、塩分浸透抵抗性、ひび割れ抵抗性等についても確認しなければならない。



解説 図-2.4.1 セメントモルタル, ポリマーセメントモルタルの構成材料の例

解説 表-2.4.1 断面修復材に求める品質とその確認方法の例

品質項目	要求品質	品質確認方法と留意点 ^{※1}	
		セメントモルタル, ポリマーセメントモルタル (メーカー開発のプレミックス品) 主に製造者の試験成績表で確認	高流動コンクリート 主に配合表等で確認
使用材料の品質	—	—	・JIS A 5308 の規格を満足している
凍結融解抵抗性 (凍害地域)	部材コンクリートに求める品質と同等以上	・凍結融解試験(JIS A 1148) ・コンクリートの W/C によるみなし規定は適用不可(エントレインドエアの量が確認できないため)	・凍結融解試験(JIS A 1148) ・W/C による照査 (ただし AE コンクリートであること)
中性化抵抗性	同上	・促進中性化試験(JIS A 1153)	・中性化促進試験(JIS A 1153) ・W/C による照査
塩分浸透抵抗性 (塩害地域および凍結防止剤散布地域)	同上	・浸漬試験(JSCE-G 572) ・電気泳動法(非定常法), ただしポリマーを除いた配合で試験を実施 ・一般的な断面修復材の配合の範囲であれば, W/C がコンクリートより5%以上小さいことを確認	・浸漬試験(JSCE-G 572) ・電気泳動法(非定常法) ・W/C による照査
ひび割れ抵抗性	有害なひび割れが生じない	・付着強度供試体による暴露試験(1年, 参考としての提案) ^{※2} ・付着強度供試体による乾燥湿潤試験(附属資料 E, 参考としての提案) ^{※2}	・コンクリートの長さ変化試験(JIS A 1129) (類似配合の既存結果の確認で可)
圧縮強度	養生を終了して良い強度	・試験方法は □40mm (JIS R 5201), φ100mm (JIS A 1108) または φ50mm (JSCE-F 561) のいずれの方法でも可だが, □40mm または φ50mm の方法で得られた強度は φ100mm の方法で得られる強度に換算することを標準とする(附属資料 A) ・製品の仕様として養生期間が明記されている場合は, それを守ること	・φ100mm (JIS A 1108) による ・コンクリート標準示方書[施工編]の養生日数を守ること
断面修復材の配合製造および施工が適切に行われたことを確認する指標として, 標準養生 28 日での圧縮強度も試験により確認する。補修方針に構造的な耐力の回復を含める場合には, 部材に求める圧縮強度と同等以上			

※1 複数の確認方法が示されている欄については, そのいずれかの方法で確認すれば良い
吹付け工法に用いる断面修復材は, 吹き付けた材料で供試体を作製する

※2 現状では, ひび割れ抵抗性を精度よく推定するのは困難であり, 暴露試験と乾燥湿潤試験は参考としての提案にとどめる。

(5) 付着界面の品質確認

断面修復材と下地コンクリートとの付着界面の品質として、付着強度および劣化因子遮断性、およびそれらの耐久性について確認しなければならない。

解説 表—2.5.1 付着界面に求める付着面の品質とその確認方法の例

品質項目		要求品質	品質確認方法と留意点※1
付着強度		密着している	<ul style="list-style-type: none"> ・建研式接着力試験器による付着強度試験(供試体の作り方を附属資料 Bに、付着強度試験方法を附属資料 Dに示す)による。5箇所以上実施し、その平均が 1.5N/mm^2 以上、最低値が 0.75N/mm^2 以上であること。充填工法の場合は、順打ちと逆打ちの双方で試験を実施する。 ・断面修復材の品質試験において、作製した各供試体の表面にブリーディング水が認められないこと
劣化因子の侵入防止		密着している	・付着強度に要求する品質を満足すること
付着耐久性	気中における付着耐久性	密着している	・付着強度試験用供試体を用い、1年間の暴露試験または乾燥湿潤試験(附属資料 E)を実施し、試験終了後の付着強度の平均値が 1.0N/mm^2 以上、最低値が 0.5N/mm^2 以上 ※2
	水中における付着耐久性(常に水に接する箇所)	密着している	・付着強度試験用供試体を用い、水中耐久性試験(附属資料 F)を実施、試験終了後の付着強度の平均値が 1.0N/mm^2 以上、最低値が 0.5N/mm^2 以上

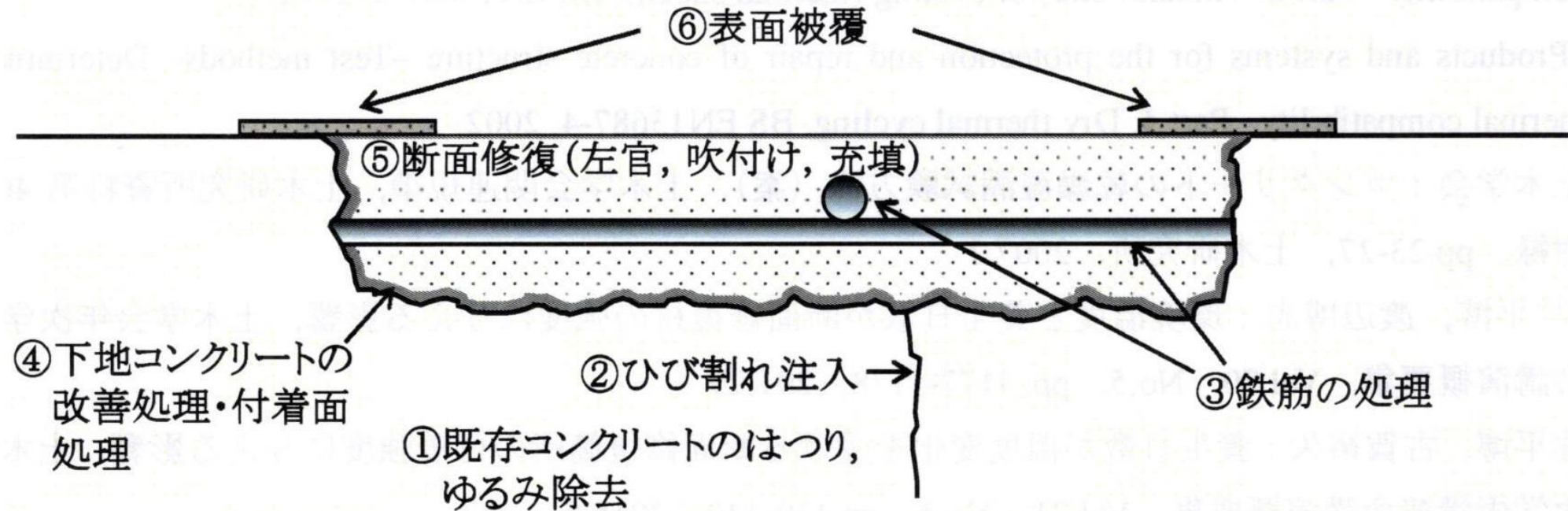
※1 複数の方法が示されている欄については、そのいずれかの方法で良い

※2 気中における付着耐久性の確認は、現状では精度よく確認できる簡易な方法がなく、参考としての提案に留める。

3. 断面修復工法の施工

(1) 断面修復材の施工手順

断面修復材の施工では、既存コンクリートのはつり、鉄筋の処理、吸水防止処理、補修材料の管理および計量・混合、断面修復材の施工、養生等の各工程があり、それぞれの工程ごとの留意点を把握したうえで、適切に施工時なければならない。また、発注者は施工が適切に行われていることを検査しなければならない。



解説 図-3.1.1 断面修復工法の概要

(2) 既存コンクリートのはつり

- 1) 既存コンクリートのはつり範囲については、断面修復工法による補修効果が十分に発揮できるように定める。
- 2) はつり作業は、可能な限り付着面にダメージを与えない方法によって、行わなければならない。
- 3) はつり作業後に、ひび割れや浮き、ゆるみ、フェザーエッジがある場合には、それらを取り除く。
- 4) 逆打ちの充填工法の場合、不陸が大きいと、空気だまりが生じて大きな空隙が残存することとなるので、はつり形状には特に注意を払わなければならない。
- 5) 下地コンクリートの表面が平滑な場合は目荒らしを行うことを標準とする。

(3) 鉄筋の処理

- 1) 鉄筋(鋼材)の損傷が著しい場合は、交換、増設等を行う。
- 2) 塩害環境における断面修復の場合は、はつりによって露出した鉄筋に対して除塩を行うとともに、必要に応じて防錆処理を行う。

(4) 給水防止処理

- 1) 断面修復材中の水分が下地コンクリートに吸収されないように、下地コンクリートの表面に対して給水防止処理を施さなければならない。
- 2) 給水防止処理には主に、水湿し処理とプライマー処理があり、補修する個所や施工環境、使用する断面修復材の性質等に応じて適切な手法を選択しなければならない。

(5) 断面修復材の管理および計量・混合

- 1) 断面修復材は、劣化または風化しないように適切に管理しなければならない。
- 2) 断面修復材の計量は正確に行い、十分に練混ぜ混合しなければならない。
- 3) 練り上がった断面修復材の粘性について、施工が可能な適切な粘性であること、また、施工可能時間を確認しなければならない。
- 4) 高流動コンクリートの場合は、粘性と空気量を確認しなければならない。また、施工可能時間を確認しなければならない。

(6) 断面修復材の施工

- 1) 断面修復材の施工にあたっては、各材料および施工方法（左官工法、吹き付け工法、充填工法等）の特徴を理解したうえで、欠陥部が生じないように適切に施工しなければならない。
- 2) 左官工法および吹き付け工法において、施工厚さ厚く、塗り重ねを行う場合には、塗り重ね界面でドライアウトが生じないように、適切に施工しなければならない。
- 3) 施工条件に応じた留意点を確認し、適切に施工しなければならない。
- 4) 断面修復材の仕上げ面は平滑に仕上げることを基本とする。

(7) 養生

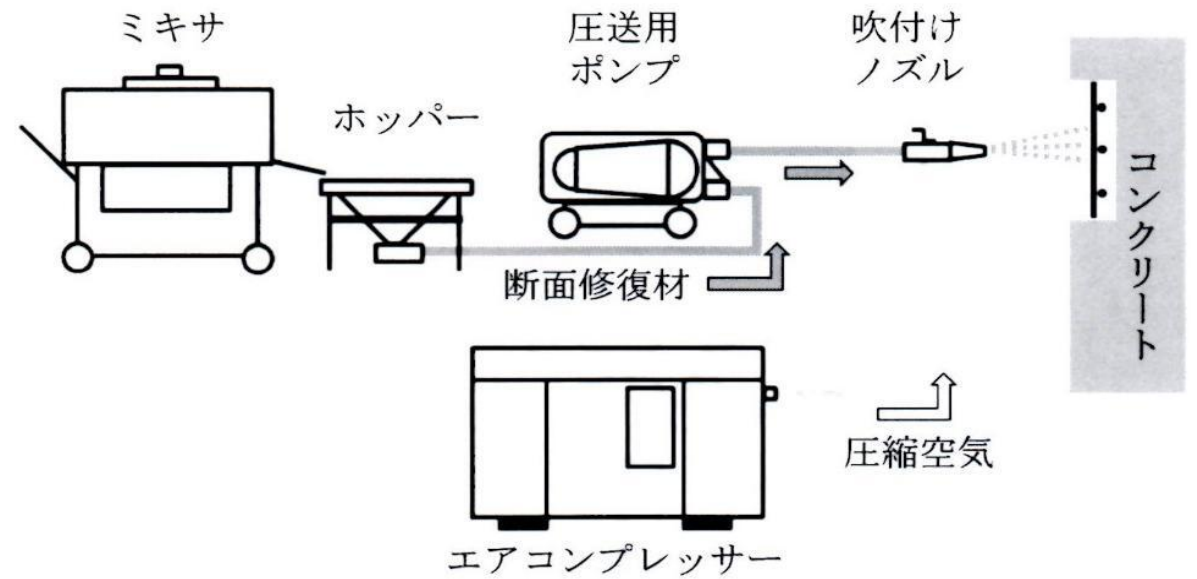
- 1) 断面修復材の施工後は、設定した物性が発揮されるまでの期間、適切に養生しなければならない。

(8) 安全衛生

- 1) 断面修復工事においては、安全衛生に留意しなければならない。



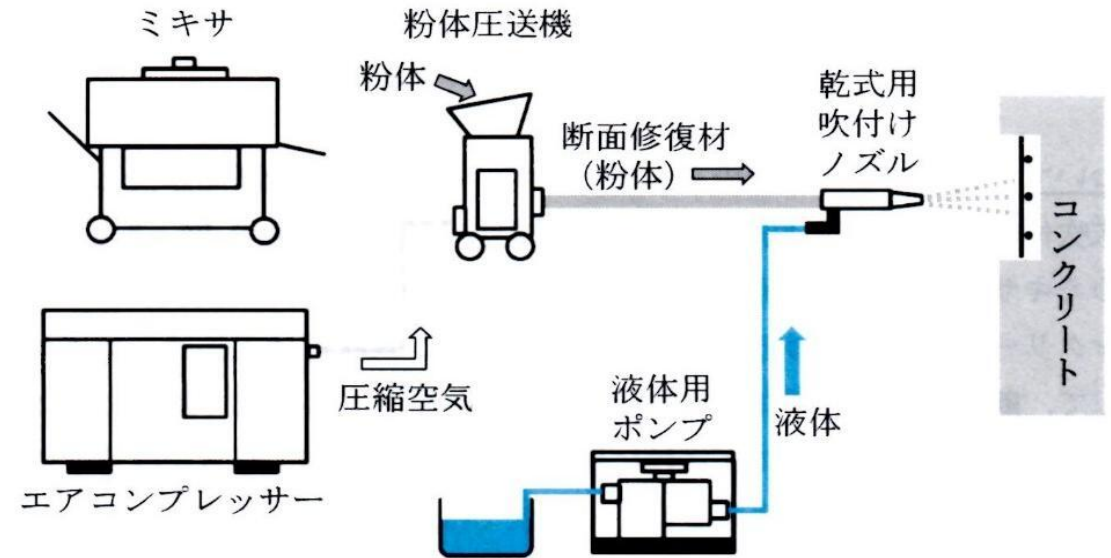
解説 図-3.6.1 左官工法の例



解説 図-3.6.2 湿式吹付け工法の例



解説 図-3.6.4 充填工法の例



解説 図-3.6.3 乾式吹付け工法の例

4. 検査

(1) 一般

- ・検査は、事前に検査計画を定め、その検査計画に基づき、発注者の責任において実施することを標準とする。

(2) 検査の記録

- ・断面修復工事の検査結果は、検査記録として保管することを標準とする。

解説表-4.2.1 検査項目の例

分類	検査項目	検査方法	判定基準の目安
材料の検査	断面修復材および吸水防止剤の品質検査	・ 2.4 および 2.5 の項目を試験成績表等で確認	2.4 および 2.5 による
施工段階の検査	はつり方法と範囲	・ 施工計画書の確認と、実際にはつり取った状態の確認	適切であること
	はつり後の浮き、ゆるみ、フェザーエッジ等	・ 打音検査 ・ 目視確認	異常が認められないこと
	鉄筋の処理	・ 塩分除去作業の目視確認 ・ 新たに配置する鉄筋の配置状況の目視確認 ・ 防錆処理の方法、品質確認、施工状態の目視確認	適切であること
	吸水防止処理	・ 施工状態の目視確認	適切であること
	断面修復材の練混ぜ状況の検査	・ 練混ぜに使用する用具および練混ぜ方法の確認、 ・ 練混ぜ状況の目視確認 ・ フレッシュ性状（粘性の確認）	適切であること
	施工状態の検査	・ 施工状況の目視確認 （しごき状況の確認、塗布または吹き付け状況、注入状況の確認、打ち重ねにおける湿潤状態の確認、仕上げ状態の確認等）	適切であること
	養生方法の検査	・ 養生日数の確認、養生状態の目視確認、養生終了時の圧縮強度の確認	指定の養生日数に達していること、または所定の圧縮強度に達していること
	圧縮強度の検査	・ 現場において供試体を作製 （養生終了時の強度確認、材齢 28 日の強度確認）	2.4 による
付着強度の検査	・ 現場において必要に応じて供試体を作製 （構造物と同等の養生条件後に付着強度を確認）	2.5 による	
完成時の検査	出来形	・ 形状、寸法の確認	許容範囲内であること
	浮き・ゆるみ、ひび割れ等の不具合	・ 目視確認、打音検査等	異常が認められないこと

※上記の検査項目等は例であって、工事の規模や重要度等に応じて適宜、選定すると良い

5. 補修後の維持管理

(1) 一般

・断面修復工事の施工後、コンクリート構造物の維持管理を適切に行うため、維持管理計画を策定して、これに基づき点検を実施し、点検の結果から対策の要否を判定することを標準とする。

(2) 点検の頻度

・断面修復の工事後に実施する定期点検について、初回の点検は補修完了から1年程度で実施し、その後は適切な頻度で実施することを標準とする。

(3) 点検の項目と方法

1) 補修の施工後に実施する点検の項目は、コンクリート構造物の種類や劣化の状態、補修の工法等を考慮し、てきせつに選定しなければならない。

2) 点検方法は、近接目視、打音検査などを主体として、適切に選定しなければならない。

(4) 点検記録

・点検の結果は適切な方法で記録し、構造物の供用する期間はこれを保存しておくことを標準とする。

解説 表-5.3.1 断面修箇所における点検ポイントの例

対象	点検項目 (着目すべきポイント)	点検方法
断面修復材	ひび割れ	目視, クラックゲージ
	ひび割れからの漏水	目視
	ひび割れからの錆汁	目視
	スケーリング	目視
付着界面	浮き, 剥がれ, 剥落	目視, 打音, クラックゲージ
	漏水	目視
	錆汁	目視

IV ひび割れ修復工法編

1. 適用範囲

このひび割れ修復工法編は、共通編における補修工法選定において、ひび割れ注入工法もしくはひび割れ充填工法を選定する場合に適用する。

2. 用語の定義

漏水：コンクリート構造物の打継ぎ部，ひび割れ，豆板等から，雨水，地下水等が漏れ出すこと

前処理：ひび割れ周辺の漏水箇所の止水処理，UカットやVカット処理等のひび割れ修復工の準備段階の工程

Uカット：ひび割れ充填工法の前処理で，ひび割れを挟んでコンクリートをひび割れに沿ってU字形にはつり取る方法

Vカット：ひび割れ充填工法の前処理で，ひび割れを挟んでコンクリートをひび割れに沿ってV字形にはつり取る方法

ドライアウト：フレッシュ状態のセメント系のひび割れ注入材の水分が下地コンクリートに吸収され，セメントの水和が阻害される現象

水通し：セメント系のひび割れ注入材が、ひび割れ内部でドライアウト現象を生じることを防止するために行う作業で、ひび割れ注入材を注入する前に先行して水を注入する行為

自動低圧注入工法：ひび割れ注入工法の一つで、ゴムやばねの復元力、圧縮空気を利用して加圧注入する方法、専用の注入器具を利用し、ひび割れに低圧かつ低速で注入材を注入する工法

注入器具：ひび割れに注入材を注入するための器具の総称、注入座金、注入シリンダー、注入プラグ等がある

シール材：ひび割れ注入工法で、注入座金の固定や注入材が流出しないようにひび割れ表面をシールする材料

一液形：容器から必要な量を取り出し、そのまま使用する材料、一成分形ともいう

二液形：主剤および硬化剤を定められた割合に計量し、直ちに均質になるまで混合又は混練して使用する材料、二成分形ともいう

超低粘度形：樹脂系の材料の区分の一つ、主にひび割れの補修に使用する極めて粘度の低いもの

低粘度形：樹脂系の材料の区分の一つ、主にひび割れの補修に使用する低粘度のもの

中粘度形：樹脂系の材料の区分の一つ、主にひび割れや浮きの補修に使用する中粘度で、チキソトロピー性を付与したもの

高粘度形：樹脂系の材料の区分の一つ、主に大きなひび割れや浮きの補修に使用する高粘度で、高いチキソトロピー性を付与したもの

チキソトロピー性（揺変性）：材料特性の一つで、静置状態では流動性をもたないが、力が加わると流動性をもち、これを静置すると再び元に戻る性質

可とう性：材料特性の一つで、柔軟性があり折り曲げても表面にひび割れが生じない、あるいは折れない性質、弾性ほどの伸びはないため、微弾性ともいう

追従性：材料特性の一つで、硬化した材料がコンクリートの変形やひび割れの進展等に対応する能力で、伸び率に関係する

注入充填性：ひび割れ注入材がひび割れ内部に注入される際の流動性能と充填性能の双方の性質

2. ひび割れ修復工法の補修設計

(1) 補修方針

ひび割れ修復工法の補修方針は、ひび割れへの劣化因子(水や塩分)の侵入防止・抑制によるひび割れの進行・拡大の防止、鋼材の不動態皮膜の保護等によるコンクリート構造物の耐久性の回復である。

解説 表-2.1.1 補修方針とひび割れ修復材に求められる性能との関係

材料に求められる性能		主な品質規格 (JIS A6024, NSKS-003 など)	補修方針	①劣化因子の 浸入防止・抑制	②鋼材の腐食 抑制
ひび割れ 注入材	充填性・密実性	粘性, 流動性, 収縮率		○	○
	材料強度	圧縮, 引張, 曲げ強さ		○	○
	ひび割れ追従性	伸び率		○	
	接着耐久性	接着強さ, 接着耐久性		○	
	(耐候性等)	(耐凍害性等)		○	
ひび割れ 充填材	材料強度	圧縮, 引張, 曲げ強さ		○	
	ひび割れ追従性	弾性復元率, 伸び率		○	
	接着耐久性	接着強さ, 接着耐久性		○	
	(耐候性等)	(耐凍害性, 紫外線劣化等)		○	

○ : 必要となる基本的な性能

(2) ひび割れ注入材の種類

ひび割れ注入材は、樹脂系とセメント系に大別され、修復するひび割れの状態(幅、長さ、深さ、湿潤、挙動の有無等)に対応した性能(流動性や充填性、追従性等)を有した様々なものがある。

(3) ひび割れ充填剤の種類

ひび割れ充填材は、樹脂系とセメント系に大別され、修復するひび割れの状態(幅、長さ、挙動の有無等)に対応した性能(追従性等)を有した様々なものがある。

(4) 工法・材料の選定および設計数量の考え方

1) ひび割れ修復工法およびひび割れ修復材の選定

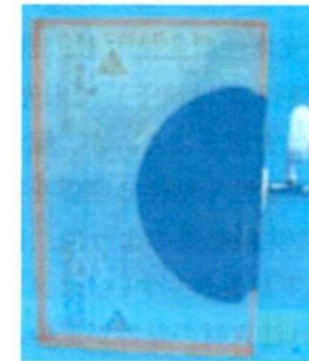
・ひび割れ修復工法およびひび割れ修復材の選定は、対象となるコンクリート構造物の補修後の要求性能を満足するように行うものとする。

解説 表-2.4.1 樹脂系ひび割れ注入材の選定例

	硬質形				軟質形		
	超低粘度	低粘度	中粘度	高粘度	低粘度	中粘度	高粘度
粘度 (mPa・s)	250 以下	1000 以下	20000 以下	—	1000 以下	20000 以下	—
対象となる表面 ひび割れ幅 (mm)	0.1~	0.2~1.0	0.5~5.0	1.0~5.0	0.2~1.0	0.5~5.0	1.0~5.0
ひび割れ幅と 深さとの関連	幅狭・深：○ 幅広・深：×	幅狭・深：○ 幅広・深：△	幅狭・深：△ 幅広・深：○	幅狭・深：× 幅広・深：○	幅狭・深：○ 幅広・深：△	幅狭・深：△ 幅広・深：○	幅狭・深：× 幅広・深：○
貫通ひび割れ	△ ※1	○ ※1	○	○	○ ※1	○	○
挙動有り	×				○		
湿潤環境	○ (水中硬化型), △ (一般用) ※2						
寒冷環境	○	○ ※3	×	×	○ ※3	×	×

○:適用可, △:一部適用可, ×:適用不可

※1:高温では排出面で流下する可能性あり ※2:一般用でも多少の湿潤に適用可 ※3:一般用でも養生条件では適用可



拡散した注入材
(ひび割れ幅狭い)



流下した注入材
(ひび割れ幅広い)

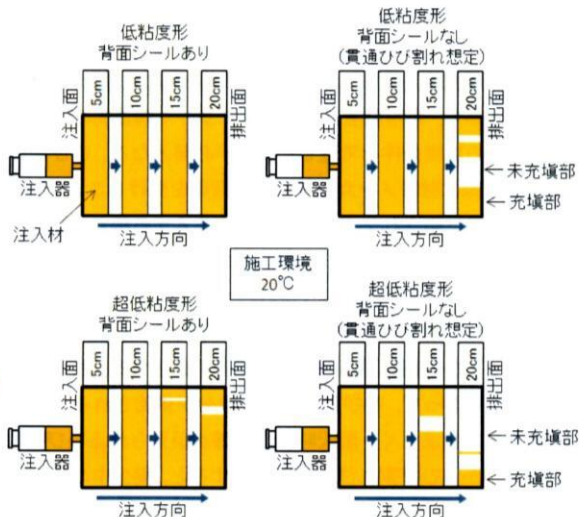
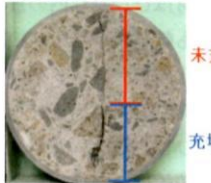
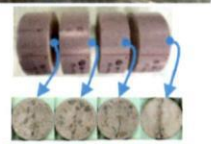
解説 写真-2.4.1 樹脂系ひび割れ注入材のひび割れ幅による充填性の変化¹³⁾

解説 表-2.4.2 セメント系ひび割れ注入材の選定例

	ポリマーなし		ポリマーあり	
	貫通なし	貫通あり	貫通なし	貫通あり
対象となる表面 ひび割れ幅 (mm)	0.1~5.0	0.1~0.5 ※1	0.1~5.0	0.1~1.0 ※1
ひび割れ幅と 深さとの関連	幅狭・深：○ 幅広・深：×	幅狭・深：○ 幅広・深：×	幅狭・深：○ 幅広・深：×	幅狭・深：○ 幅広・深：×
貫通ひび割れ	○	△ ※1	○	△ ※1
挙動有り	×			
湿潤環境	○ ※2			
寒冷環境	△ ※3		○ ※3	

○:適用可, △:一部適用可, ×:適用不可

※1: 排出面で流下する可能性あり ※2: 常時湿潤箇所への適用には検討必要



解説 図-2.4.1 ひび割れ注入材の流下による未充填¹⁴⁾

解説 表-2.4.3 ひび割れ充填材の選定例

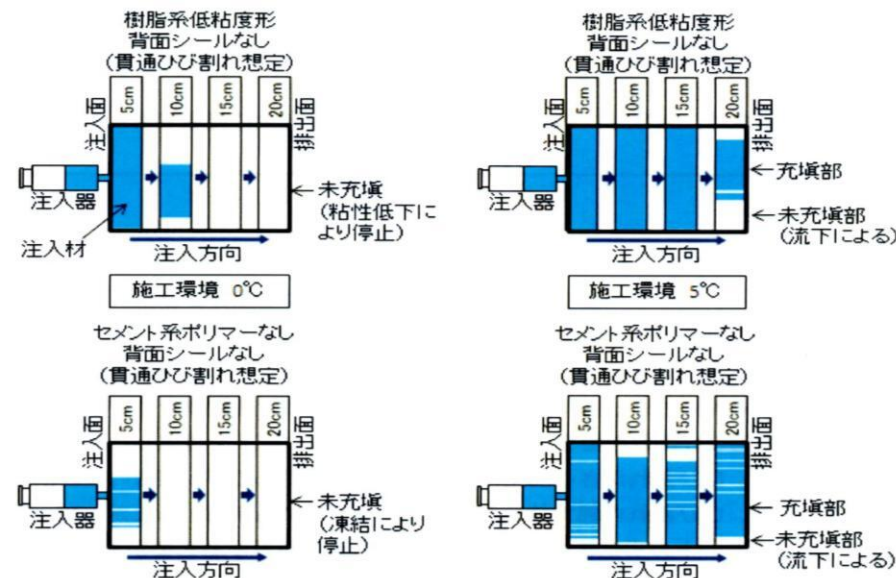
	樹脂系		セメント系
	可とう性エポキシ樹脂	シーリング材	
対象となる表面 ひび割れ幅 (mm)	1.0 以上		
貫通ひび割れ	○		
挙動有り	○		×
湿潤環境	△ ※1		
寒冷環境	△ ※2		○ ※3

○:適用可, △:一部適用可, ×:適用不可

※1: 水分供給源の止水対策を施していないひび割れへの適用は不可

※2: 下地コンクリートの温度も含めて、製品の適用最低温度以下での適用は不可

※3: 0℃以下の環境での適用は不可

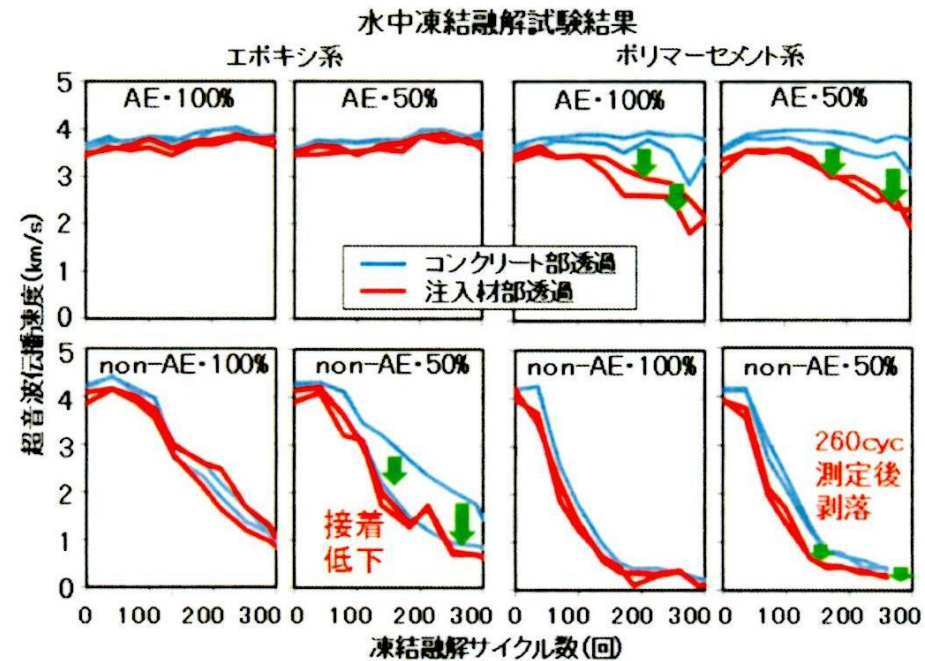
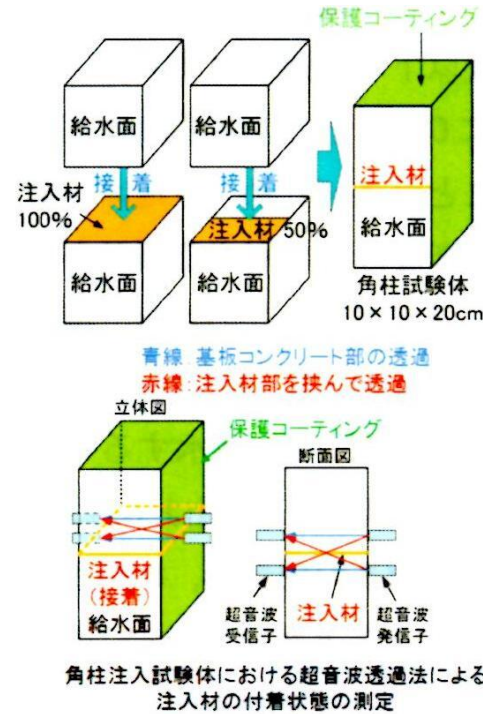


解説 図-2.4.2 寒冷施工でのひび割れ注入材の停滞による未充填¹⁴⁾

2) ひび割れ注入工法の設計数量の考え方

・ひび割れ注入工法の設計数量は、対象ひび割れをひび割れ注入材で完全に充填させることを原則とする。

※ 設計数量は、ひび割れの幅、長さ、深さを計算して設計数量を算出することが肝要であるが、実際には幅、長さの計測は可能でも、深さの計測は不可能に近い状況である。(内部で枝分かれしている可能性もある。よって、実際の注入量が多くなるケースが多いことから、推定ひび割れ深さを少し多めに設計することが望ましい。



3. ひび割れ修復工法の施工

(1) 施工前調査

施工前に実施する調査は、設計で選定されたひび割れ修復工法を実施する前に、補修対象のひび割れの現状を把握し、適切な施工を実施するために行う。なお、この施工前調査において、ひび割れが大きく変化していた場合には、候補変更をしなければならない。

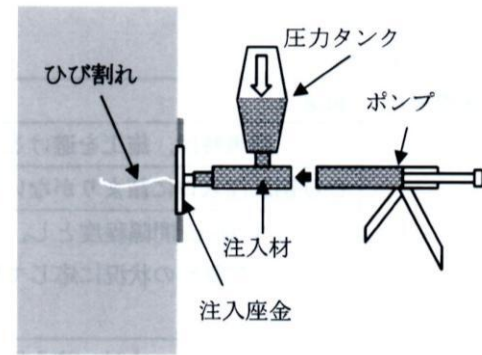
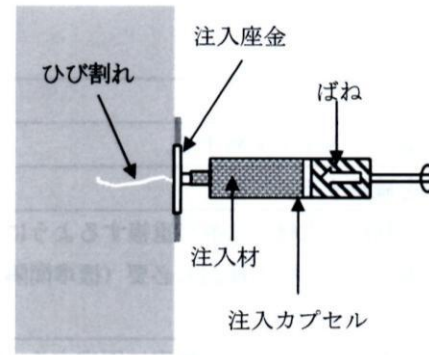
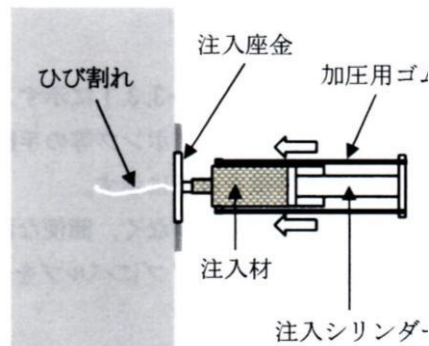
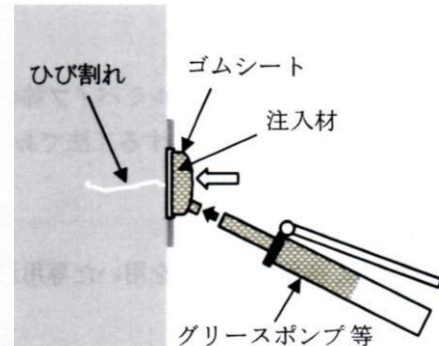
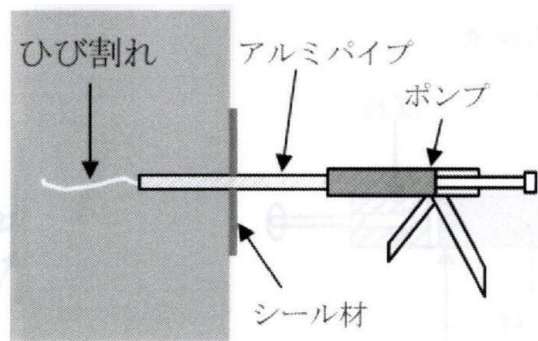
(2) 施工計画

ひび割れ修復工の施工計画は、選定された施工方法と施工前調査で明らかになった事項を考慮して策定する。なお、関係者間で十分に施工計画を検討し、必要に応じて修正・変更を行う。

(3) 施工方法

1) ひび割れ注入工法の種類と選定

ひび割れ注入工法は、手動式・機械式注入工法と自動低圧注入工法から、適切な工法を選定するものとする。



解説 図-3.3.1 手動式・機械式注入工法の例

a) ゴムの復元力を利用する方法

注入シリンダー

b) バネの復元力を利用する方法

c) 圧縮空気を利用する方法

解説 図-3.3.2 自動低圧注入工法の例

2) ひび割れ注入工法の施工

・ひび割れ注入工法の施工にあたっては、事前に施工手順や施工時の留意点、シール材の種類と使用の留意点を確認し、確実な施工を行う。

(1) 標準的な施工手順

施工手順	施工内容
1	ひび割れ面の清掃（前処理）
2	注入口の決定
3	注入器具等の設置
4	シール材の塗布
5	注入器具等とシール材の硬化確認
6	ひび割れ注入材の攪拌
7	注入作業
8	ひび割れ注入材の硬化確認
9	注入器具等とシール材の撤去
10	表面仕上げ（必要に応じて）および後片付け

3) ひび割れ充填工法の種類

・ひび割れ充填工法は、Uカット充填工法とVカット充填工法から適切な工法を選定するものとする。

※ ひび割れは直線的に発生していることは少なく蛇行していることが多いため、Vカット充填工法ではカット面の底部にひび割れが収まりにくく、現在ではUカット充填工法の適用が多くなっている。



解説 図-3.3.3 Vカット（左）とUカット（右）の例

4) ひび割れ充填工法の施工

ひび割れ充填工法の施工にあたっては、事前に施工手順や施工時の留意点、ひび割れ充填材の種類と仕様上の留意点を確認し、確実な施工を行う。

(1) 標準的な施工手順

施工手順	施工内容
1	ひび割れ面の清掃（前処理）
2	UカットもしくはVカットの実施
3	カット後の切り粉，表面の油分等の清掃
4	マスキングテープの貼付
5	プライマーの塗布（充填材の種類に応じて）
6	二液形のひび割れ充填材の攪拌（一液形は攪拌なしで施工）
7	ひび割れ充填材の充填
8	充填後，速やかにヘラなどで平滑に仕上げる
9	硬化する前に速やかにマスキングテープを剥がす
10	ひび割れ充填材の硬化確認
11	後片付け

(2) 施工時の留意点

管理項目	留意点
品質管理	降雨，降雪時は，施工を避けるか適切な養生を実施する。
	カットはひび割れの中心を外さないように注意する。
	所定のカット幅とカット深さを確保する。
	プライマーは指定された製品を使用し，塗り残し，塗りむらのないよう均一に塗布する。
	ひび割れ充填材の調合は指定された分量を正確に計量し，指定された攪拌時間を守る。
	調合後，速やかに充填を実施する。
	マスキングテープを剥がすのが遅れると充填材の一部を引き剥がしてしまい品質が低下する。
品質管理	低温時の施工は，必要に応じて保温養生を実施する。
	樹脂系の高温時の施工は，可使時間に注意する。
	施工後に降雨が予想される場合はシート囲いなどで養生する。
	施工後は振動などをなるべく与えないようにして静かに養生する。
安全管理	硬化後，浮き等がないかを確認する。
	火気の近くでは作業しない。
	屋内もしくは囲い内での作業は，換気に十分注意する。

5) 析出物のあるひび割れへの対処

表面に析出物のあるひび割れについては、表面の閉塞部を部分的に除去して注入口を確保し、ひび割れ注入工法で対処する検討を行う。

※ 析出物は表面付近に多く、ひび割れの閉塞深さは0～5mm程度

(1) 対処方法の手順

施工手順	施工内容
1	析出物の撤去（一般的な作業）
2	析出物の閉塞深さ調査
3	閉塞調査箇所を準用した注入口の確保
4	注入器とシール材の設置（一般的な作業）
5	注入作業（一般的な作業）
6	注入器とシール材の撤去（一般的な作業）
7	後処理（一般的な作業）

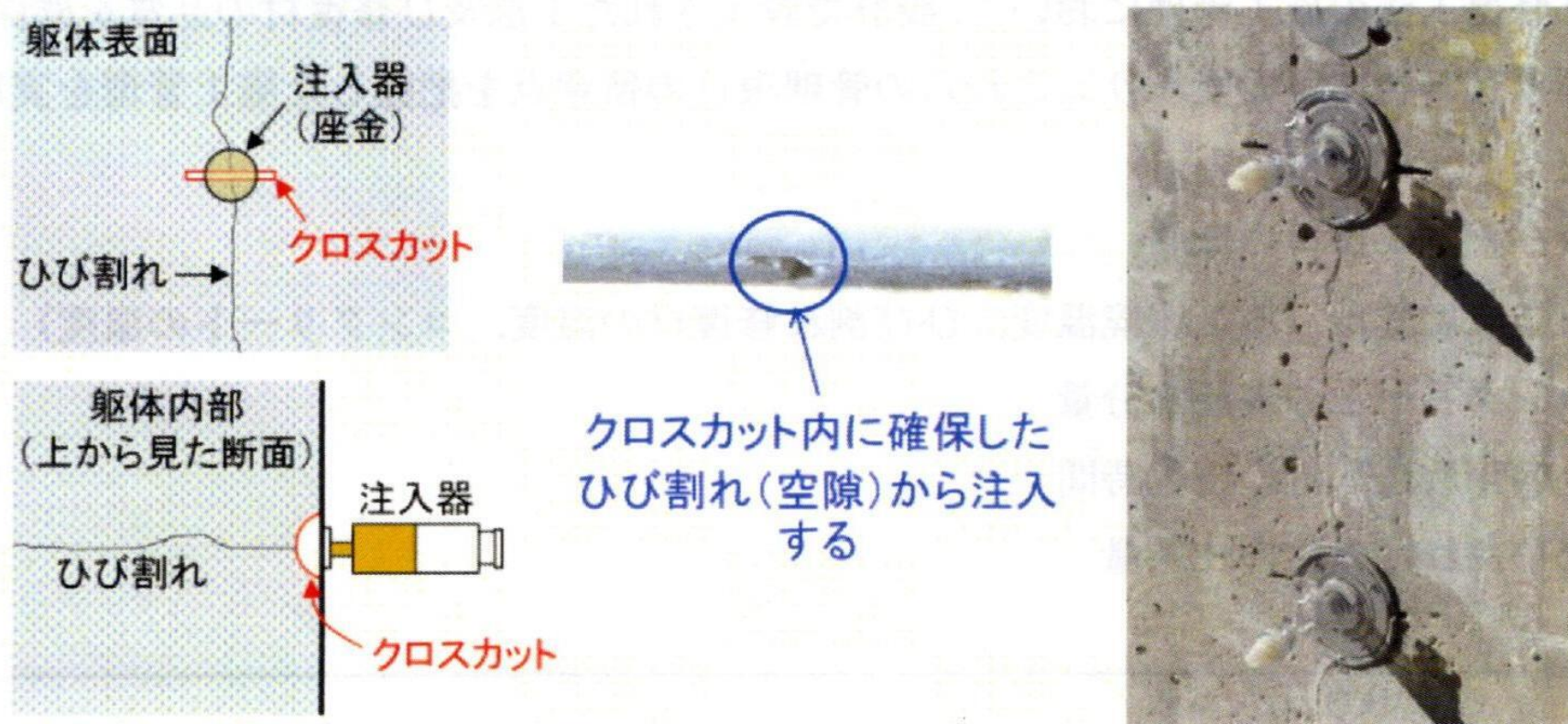
析出物の閉塞深さ調査には、一般的なコア採取による方法があるが、ひび割れに直交する切り込み（以下、クロスカットと呼ぶ）を入れ、内部のひび割れの空隙を確認することで、閉塞深さを測定する。

また、クロスカットにより析出物の閉塞深さ調査を行った箇所において、下図のようにひび割れ注入材を注入することが可能である。

☆クロスカットによる注入口の確保

＝表面ひび割れ閉塞を部分的に除去可能

＝注入口の確保可能→閉塞深さ調査後を利用できる



解説 図-3.3.5 クロスカットを再利用した注入器の設置例

(4) 施工管理

ひび割れ修復工法の施工管理は、設計で設定された工法および修復材の品質を確保するため、施工時における以下の項目について管理を行う。

- 1) ひび割れ修復材の保管
- 2) 各種温度管理(施工環境温度、ひび割れ修復材の温度・基盤コンクリートの温度)
- 3) 基盤コンクリートの表面水分量
- 4) ひび割れ注入材の硬化時間
- 5) ひび割れ注入材の注入量

(5) 施工記録

ひび割れ修復工法の施工記録は、補修したひび割れ箇所とひび割れの状態(ひび割れ幅、長さ、劣化原因)、実施した工法、使用したひび割れ修復材の種類や銘柄、設計数量と実施数量、施工温度と施工時間を記録する。

(6) 安全管理

1) 一般

・ひび割れ修復工法の施工にあたっては、安全衛生に配慮して実施しなければならない。

2) 材料の保管

・選定したひび割れ修復材はMSDSなどにより消防法で分類される危険物の種類を確認して、適切な方法で保管しなければならない

3) 廃棄物の処理

・ひび割れ修復工法の施工により発生した廃棄物は、関係法令に従って産業廃棄物として適切に処理しなければならない。

4. 検査

(1) 一般

- ・検査は、事前に検査計画を定め、その検査計画に基づき、発注者および施工者の責任において実施する。

(2) 検査項目と合否判定

- 1) ひび割れ修復工法の検査項目には、施工時の検査および施工完了時の検査があり、各段階において適切な検査項目を設定すること。
- 2) 検査の結果、不合格と判定された場合には、補修工事の求める要求性能を確保するために適切な措置を講じなければならない。

(3) 検査の記録

検査結果は施工後の維持管理において重要な情報となるため、合否判定にかかわらずすべて記録し、構造物の供用する期間内は保存する。

5. 維持管理

(1) 一般

・ひび割れ修復工法の施工後、コンクリート構造物の維持管理を適切に行うため、維持管理計画を策定して、これに基づく点検を実施し、点検の結果から修復後の構造物の健全性等を確認する。

(2) 点検の頻度

・ひび割れ修復工法の施工後に実施する定期点検は、補修の施工から1年程度で初回を実施し、その後は適切な頻度で実施する。

(3) 点検の項目と方法

1) ひび割れ補修工法の施工後に実施する点検の項目は、コンクリート構造物の種類やひび割れ修復工法、ひび割れ修復材の種類により、適切に設定すること。

2) 点検方法は、近接目視や触診による検査、ひび割れ幅の測定、打音検査などの非破壊検査による。

(4) 点検記録

・点検の結果は適切な方法で記録し、構造物の供用する期間はこれを保存しておくこと。

解説 表-5.3.1 ひび割れ修復工法の点検ポイントの例

対象	点検項目 (着目すべきポイント)	点検方法
ひび割れ注入 工法	表面ひび割れ幅	目視, クラックゲージ
	漏水	目視
	析出物	目視
	錆汁	目視
ひび割れ充填 工法	浮き, 剥がれ, 縮み	目視, 触診, 打音
	変色 (紫外線劣化)	目視
	漏水	目視
	析出物	目視
	錆汁	目視

V 不具合事例集 (9例/26例収録)

1. 表面被覆工法

事例1: 表面被覆材の剥がれ、ひび割れ、浮き

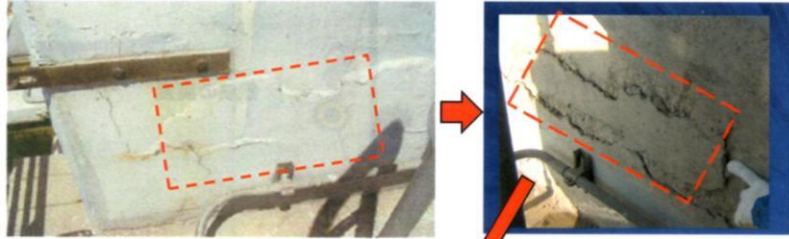
構造物: 海岸に面した堰のゲート操作室

補修工法: 表面被覆工法

不具合の概要: 表面被覆材の剥がれ、表面被覆材に不規則なひび割れや浮きが確認された。

不具合の分類: 劣化状況判断

不具合箇所と発生状況:



a) 不規則なひび割れが見られる箇所 (ASR を疑う)

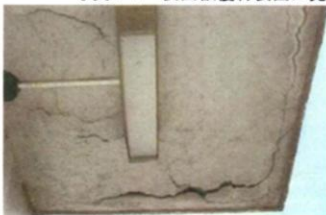
・塗装の構成
アクリルウレタン樹脂
ホリフタジエン樹脂
エポキシ樹脂
0.2mm厚 (2層塗り)

b) 塗装をはがした状態



c) 浮きコンクリートを剥がしたところ、鉄筋腐食による浮きであったことを確認
(かぶり厚さは3~4cm)

写真 1-1 表面被覆材表面に見られた不規則なひび割れとはつり後の状態



a) 不規則な割れ (ASR を疑う)



b) 塗装の剥がれ

想定される劣化因子:

- ・塩分の浸透を抑える目的で表面被覆を行ったが、既に内部入った塩分の拡散で塩害が進行した。
- ・表面被覆を行ったことで、構造物表面へのひび割れの現れ方が変化し、あたかも ASR を疑うようなひび割れ形態を示した。

不具合の模式図:



図 1-1 鉄筋腐食による表面被覆材の割れ

考える (とるべきであった) 対策:

- ・塩分による鉄筋腐食、ひび割れが確認される場合は、塩分の除去、腐食鉄筋の交換が必要であり、表面被覆工法のみでは不十分であった。
- ・塩害の初期であれば、表面被覆は有効であったと考える。ただし、定期的なメンテナンス (塗り替え等) も必要である。

事例5: 表面被覆材の剥離(プライマー無塗装面への中塗りの塗装)

構造物: 上下水道施設、浄水場沈殿池

補修工法: 表面被覆工法(樹脂系被覆材)

不具合の概要: プライマーと不範囲を超えて中塗りを塗布したため、中塗りが剥離した。

不具合の分類: 現場管理(施工時等)

不具合箇所と発生状況:

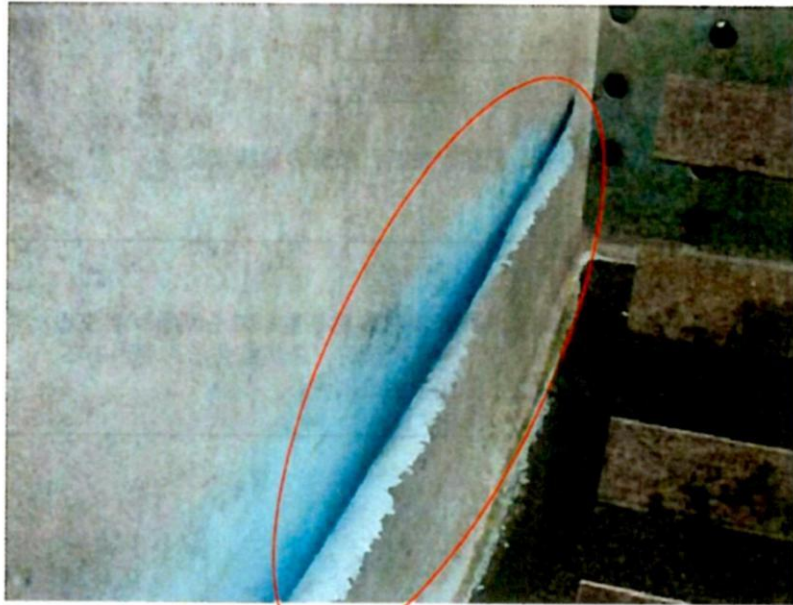


写真 5-1 表面被覆材の剥離

想定される劣化因子:

一次施工後、プライマー塗布範囲を超えて二次施工の塗装を実施したため、期待した付着強さが得られず、剥離した。

不具合の模式図:

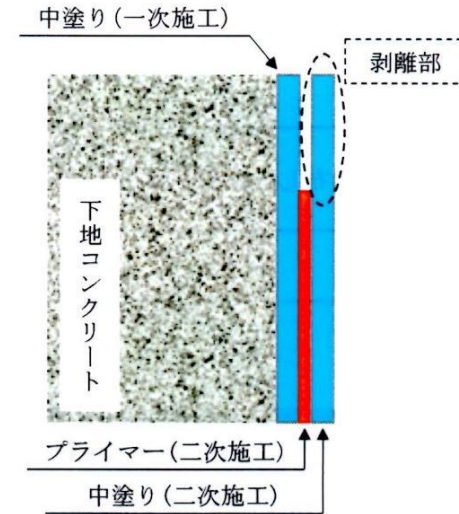


図 5-1 剥離が生じた部位の塗装状況

考える(とるべきであった)対策:

- ・一部の塗装材料で見られる現象であり、同じ素材の塗り重ねでも剥離が起こるため、メーカー仕様に基づき、塗り重ね時には前処理(プライマーの塗付)を実施する必要がある。
- ・前処理範囲を超えないように、二次施工範囲を明確にする。

事例8: 表面被覆材の浮き、割れ、漏水

構造物: 橋台

補修工法: 表面被覆工法(樹脂系被覆材)

不具合の概要: 橋台にASRとして樹脂系被覆材工法が施工されたが、浮きと割れおよび漏水が発生した。

不具合の分類: 劣化状況判断(調査時)

不具合箇所と発生状況



a) 橋台全体



b) 漏水



c) 浮き



d) 割れ, 漏水

写真 8-1 橋台に適用された表面被覆材の変状

想定される劣化因子:

- ・ 橋台背面からの水分供給による ASR の発生
- ・ 水分による表面被覆材の接着性の低下

考えうる(とるべきであった)対策:

- ・ 桁端部への排水装置の設置などによる水処理
- ・ 表面含浸工法の検討

事例11: 表面被覆材の大きな膨れ

構造物: 橋梁(下部工)

補修工法: 表面被覆工法(樹脂系被覆材)

不具合の概要: 橋脚の全面に塗布された樹脂系被覆材に大きな膨れが発生した。

不具合の分類: 劣化状況判断(調査時)、現場管理(施工時等)

不具合箇所と発生状況:



写真 11-1 下部構造における表面被覆材(中塗り)の大きな膨れ

想定される劣化因子:

- ・ 中塗りの混合不良や配合比の間違いにより、中塗りの硬化不良が生じ、中塗りと不陸調整材との付着力が不十分であった可能性がある。
- ・ 表面被覆材背面から水分が浸入して表面被覆材に圧力が作用し、その圧力によって中塗りと不陸調整材との付着力が不十分であった部位に膨れが生じたと考えられる。

考える(とるべきであった)対策:

- ・ 中塗りの硬化不良を防ぐため、攪拌方法や補修材料の使用量などの作業工程を適切に管理することが必要であった。
- ・ 上部構造に水処理を実施し、下部構造への水分浸入を抑制することが必要であった。

事例12: 断面修復材の剥落

構造物: 橋梁(上部構造)

補修工法: 断面修復工法

不具合の概要: 鉄筋の腐食による断面修復材の剥落

不具合の分類: 劣化状況判断等(調査時)、材料選定(設計時等)現場管理(施工時等)

不具合箇所と発生状況:



a) 断面修復材の剥落前



b) 断面修復材の剥落後
写真 12-1 断面修復部の剥落状況

想定される劣化因子:

- ・鉄筋位置における腐食発生限界を超える塩化物イオン濃度
- ・不確実な付着面処理
- ・断面修復材の乾燥収縮

考えうる(とるべきであった)対策:

- ・はつりを鉄筋背面まで実施し、鉄筋位置での塩化物イオンを除去
- ・付着界面の処理
- ・防錆対策
- ・乾燥収縮の少ない断面修復材の選定

事例18: 鋼材の腐食と表面被覆材・断面修復材の剥落

構造物: 橋梁(上部構造)

補修工法: 表面被覆工法(樹脂系被覆材)、断面修復工法(ポリマーセメントモルタル)

不具合の概要: コンクリート床版と桁の補修として樹脂系被覆材による表面被覆工法およびポリマーセメントモルタルによる断面修復工法が適用されたが、錆汁と表面被覆材・断面修復材の剥落が発生した。

不具合の分類: 劣化状況判断等(調査時)

不具合箇所と発生状況:

- コンクリート床版と桁の塩害劣化による損傷部を断面修復した際に、予防処置として樹脂系被覆材による表面被覆工法で補修を行ったが、補修数年後に表面被覆の浮きや錆汁等が発生し、その後、表面被覆材や断面修復材が剥がれ落ちた。



写真 18-1 錆汁と表面被覆材・断面修復材の剥離

想定される劣化因子:

- はつり不足
- 表面被覆による塩分の閉じ込め
- 海水の浸入
- 断面修復材のかぶり厚さの不足

考えうる(とるべきであった)対策:

- 鉄筋背面までのはつり
- 表面被覆材の適用方法
- 防錆対策
- 断面修復材のかぶり厚さの確保

事例21: ひび割れ注入工法箇所からの漏水とエフロレッセンスの析出

構造物: 樋門の翼壁(背面土有)

補修工法: ひび割れ注入工法(エポキシ樹脂系注入材)

不具合の概要: 樋門の翼壁のひび割れが補修されたが、補修箇所からの漏水とエフロレッセンスの析出が発生した。

不具合の分類: 劣化状況判断(調査時等)、材料選定(設計時)

不具合箇所と発生状況:

- 樋門の翼壁下面に発生したひび割れに対し、ひび割れ注入工法による補修が施された。ひび割れ注入工法は、ひび割れ幅を基に選定された。また、背面土圧によるひび割れ開口を考慮し、樹脂系注入材が採用された。
- 水抜き孔近傍のひび割れ注入箇所から漏水とエフロレッセンスの析出が確認された。



写真 21-1 水抜き孔近傍の漏水とエフロレッセンス析出の状況

想定される劣化因子:

- 水抜き孔の排水不良
- 設計注入量が不足(表面から10cmまでの設計)
- 設計注入量が不足し、ひび割れの充填が不十分であったためにひび割れから水分が浸透し、その水分が凍結融解

不具合の模式図:

本事例では、翼壁の背面土圧によるひび割れとそこから凍害によってひび割れが進行し、エポキシ樹脂注入による補修がなされた。このようなひび割れにエポキシ樹脂系ひび割れ注入材は有効であるが、本事例では設計注入量が足りないことで注入不足となった。なお、ひび割れ部が湿潤状態の場合は、水中硬化型の材料を選定することも重要である。

また、水抜き孔により排水はされていたが、地下水位が比較的高く、設置された水抜き孔では排水不良となったため、背面水が溜まって凍害により劣化した。

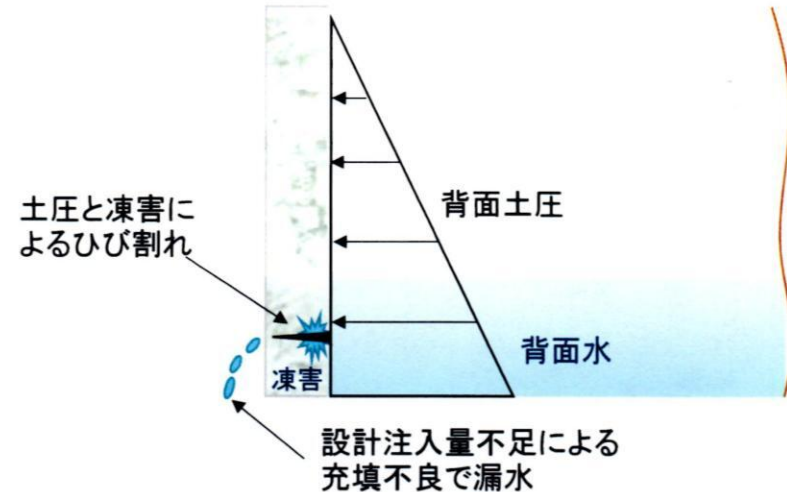


図 21-1 注入量不足と凍害による劣化

考える(とるべきであった)対策:

- 背面水の処理(水抜き孔の増加等)
- 設計注入量の見直し

事例22: ひび割れUカット充填箇所での凍害による劣化

構造物: 樋門の翼壁

補修工法: ひび割れUカット充填工法(ポリマーセメントモルタル)

不具合の概要: ひび割れUカット充填工法により、樋門の翼壁のひび割れが補修されたが、補修箇所が凍害により劣化した。

不具合の分類: 劣化状況判断(調査時等)、材料選定(設計時)

不具合箇所と発生状況:

- ・樋門の翼壁において温度応力による貫通ひび割れが発生し、翼壁背面からの水の供給によってエフロレッセンスが析出した。
- ・発生したひび割れ部に対し、ひび割れUカット充填工法による補修が施されたが、補修箇所が凍害で劣化したため、再度エフロレッセンスが析出した。



写真 22-1 ひび割れ充填工法の適用箇所とエフロレッセンス析出の状況

想定される劣化因子:

- ・背面水の処理不足による凍害劣化
- ・エフロレッセンスを除去しなかった
- ・ひび割れ充填工法の採用

不具合の模式図:

本事例では、エフロレッセンスの析出によってひび割れ注入工法の適用が困難であるため、ひび割れ充填工法が採用された。しかし、背面から水分供給があったため、ひび割れ充填材により表面が閉塞することによってひび割れ内に水分が溜まり、凍害が発生した。凍害によって発生したひび割れによって水分浸透が促進され、ひび割れ充填部からエフロレッセンスが再度析出した。

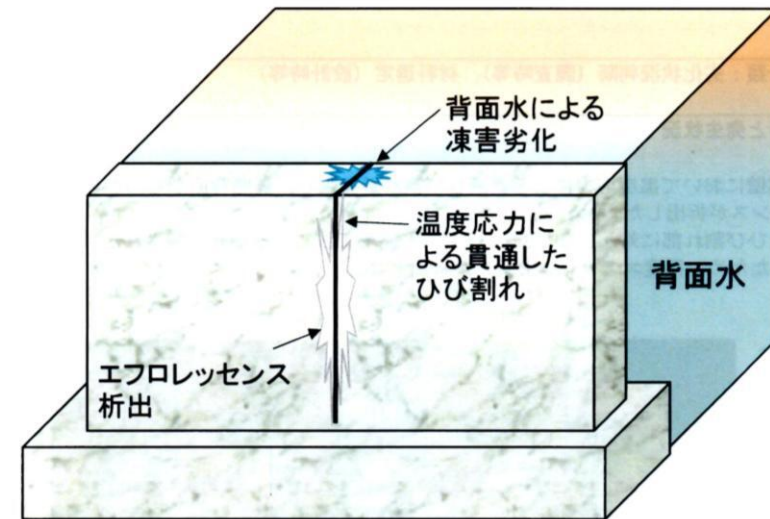


図 22-1 エフロレッセンスの発生状況と凍害による劣化

考える(とるべきであった)対策:

- ・エフロレッセンスの析出は、背面からの水分供給が存在する可能性を示すものであり、まず水分供給の処理が必要であった。
- ・背面水の処理が可能な場合は、ひび割れUカット充填工法による補修が適しているが、背面水の処理が困難な場合はエフロレッセンスの処理後、ひび割れ注入工法による補修が適していた。

事例25: 流電陽極材の損傷と表面被覆材のひび割れや剥がれ

構造物: 橋梁(上部構造)

補修工法: 電気防食工法(流電陽極材)表面被覆(樹脂系被覆材)

不具合の概要: 橋梁の横桁に流電陽極材の設置および樹脂系被覆材の塗装が行われたが、流電陽極材の損傷と表面被覆材のひび割れやハガレが生じた。

不具合の分類: 劣化状況判断(調査時等)

不具合箇所と発生状況:



※流電陽極材は表面被覆材で覆われているため目視できない
写真 25-1 桁側面における表面被覆材のひび割れや剥がれ

想定される劣化因子:

- ・ 流電陽極材の損傷によって鉄筋腐食が発生
- ・ 鉄筋腐食によって流電陽極材が剥離し、表面被覆材にひび割れや剥がれが生じた
- ・ 塩分環境(海岸線)

考える(とるべきであった)対策:

- ・ 流電陽極材の交換
- ・ 表面被覆材の塗替え

以上で「コンクリート部材編」を終了いたします。
ご静聴ありがとうございました。

出典

「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル 2022版」
土木研究所資料 第4433号（令和 4年12月）

「設計施工マニュアル」
国土交通省 東北地方整備局（令和 5年 3月）

「東北地方における道路橋の維持・補修の手引き(案)【改訂版】」
国土交通省 東北地方整備局 道路部・東北技術研究所
（平成29年 8月）