

橋梁点検の基本・損傷・補修方法・留意点等

【資料の構成】

- 1. 橋梁点検
 - (1) 橋梁点検の目的 (2) 橋梁点検の頻度 (3) 状態の把握
 - (4) 健全性の診断 (5) 記録 (6) 措置 (7) 一般的な構造と主な着目点
- 2. 橋梁補修設計
 - (1) 橋梁補修の基本的流れ
 - (2) 鋼橋（鋼部材）
 - 1) 主な損傷
 - 2) 腐食（損傷原因、詳細調査、補修工法）
 - 3) 亀裂・破断（損傷原因、詳細調査、補修工法）
 - (3) R C床版（コンクリート部材）
 - 1) 主な損傷
 - 2) 床版の損傷（損傷原因、詳細調査、補修工法）
- 3. 補修後の再劣化事例

橋梁点検の基本・損傷・補修方法・留意点等

1. 橋梁点検

- (1) 橋梁点検の目的
- (2) 橋梁点検の頻度
- (3) 状態の把握
- (4) 健全性の診断
- (5) 記録
- (6) 措置
- (7) 一般的な構造と主な着目点

1. 橋梁点検

- ### (1) 橋梁点検の目的

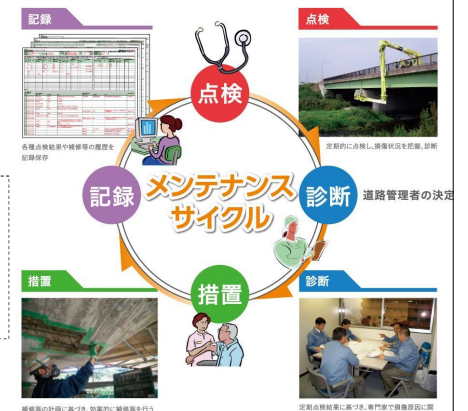
橋梁の維持管理を適切に行うために必要な情報を得ることを目的に実施する。

維持管理を行う事で・・・

- 道路利用者や第三者への被害の回避
- 落橋など長期にわたる機能不全の回避
- 長寿命化への時宜を得た対応

- ・点検は、維持管理を行う上で、重要な第一歩です。

- 点検から始まる、診断、措置、記録という メンテナンスサイクル を構築して持続的に進めて行く事が重要です。



1. 橋梁点検

(2) 橋梁点検の頻度

- 法令により定期点検は、5年に1回の頻度で実施することを基本とする。
- 定期点検は、供用開始後2年以内に初回を行い、2回目以降は、5年に1回の頻度で行うことを基本とする。
- 定期点検の初回（初回点検）は、橋梁完成時点の不良箇所など橋梁の初期損傷を早期に発見することや、橋梁の初期状態を把握してその後の損傷の進展過程を明らかにすることを目的としている。



5/58

1. 橋梁点検

(3) 状態の把握

- 健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視により行うことを基本とする。
- 定期点検を行う者は、健全性の診断の根拠となる道路橋の現在の状態を、近接目視により把握するか、または、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない。
- 更に、道路橋の健全性の診断を適切に行うために、必要に応じて、打音や触診等の手段を併用する。

6/58

1. 橋梁点検

(4) 健全性の診断

道路橋毎の健全性の診断は下表の区分により行う。

区分		状態
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

出典：道路橋定期点検要領（国土交通省 道路局）

7/58

1. 橋梁点検

(5) 記録

定期点検の結果を記録し、当該道路橋が利用されている期間中は、これを保存する。

別紙2 様式1様式2
橋梁名・所在地・管理番号等

橋梁名	路線名	所在地	起点側	橋度	緯度	経度	橋梁ID
〇〇橋 (フリガナ) マルマルバシ	県道〇〇	〇〇県△△市〇〇地先					
管理者名	定期点検実施年月日	橋下条件	代替路の有無	自導道or一般道	緊急輸送道路	占有物件(名称)	
〇〇県〇〇振興局〇〇土木事務所	2013.5.〇	市道	有	一般道	二次	水道管	

部材単位の診断(各部材毎に最も厳しい健全性の診断結果を記入)

部材名	判定区分 (I~IV)	現状の種類 (I以上の場合に 記載)	備考(写真番号、 位置等が分かる ように記載)	応急措置後の 判定区分	応急措置内容	応急措置及び 判定実施年月日
上部構造	主桁	II	腐食	写真1、主桁02	I	2013.5.〇
	横桁	II	腐食	写真1、横桁02	I	2013.5.〇
	床版	III	ひびわれ	写真2、床版01	II	2013.5.〇
下部構造	I					
支承部	I					
その他						

道路橋毎の健全性の診断(判定区分I~IV)

定期点検時に記録
(判定区分) (所見等)

III (適切に記載する)

全景写真(起点側、終点側を記載すること)

撮影年次	橋長	幅員
1994年	107m	11.8m

橋梁形式
〇注記欄記載〇桁橋、〇式橋台2基、〇式橋脚2基

起点

終点

20

出典：道路橋定期点検要領
(国土交通省 道路局)

8/58

1. 橋梁点検

(5) 記録

定期点検の結果は、維持・修繕等の計画を立案する上で参考とする基礎的な情報であり、適切な方法で記録し、蓄積しておかなければならない。

別紙2 様式1様式2
検査写真(撮影状況)
鋼材単位の検査区分がⅡ、Ⅲ又はⅣの場合には、直接関連する不具合の写真を記載のこと。
の写真は、大まかな位置が分かるように添付すること。
①写真1 上部構造(床版) 【判定区分: Ⅱ】 ②写真2 下部構造 【判定区分: Ⅲ】

写真1 主桁02、横桁02 写真2 床版01

支保部 【判定区分: Ⅱ】 下部構造 【判定区分: Ⅲ】

出典: 道路橋定期点検要領 (国土交通省 道路局) 9/58

1. 橋梁点検

(6) 措置

道路の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講ずる。

措置には、**補修や補強**などの道路橋の機能や耐久性等を維持又は回復するための対策のほか、**撤去**、定期的あるいは常時の**監視**、緊急に措置を講じることができない場合などの対応として、**通行規制・通行止め**がある。

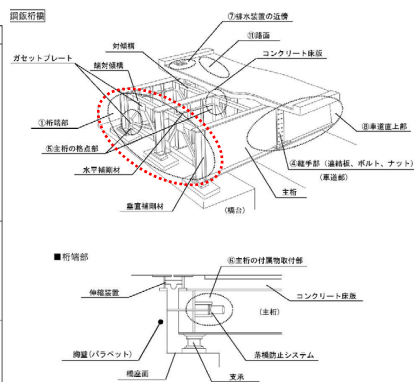
10/58

1. 橋梁点検

(7) 一般的な構造と主な着目点

1) 鋼橋の定期点検において着目すべき主な箇所の例を下表に示す。

主な着目箇所	着目のポイント
①桁端部	■狭隙な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など腐食環境が厳しい場合が多く、局部腐食や異常腐食が進行しやすい。 ■伸縮装置部からの漏水などが生じやすい。 ■路面段差や伸縮装置の影響から、自動車荷重の衝撃の影響を受けやすい。 ■支点部であり、落橋防止構造などが設けられる耐震性能上重要な部位である。
②桁中間支点部	■狭隙な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積などにより腐食環境が厳しい場合が多く、局部腐食や異常腐食が進行しやすい。 ■支点部であり、桁端部同様に、大きな応力を受けやすく、溶接部の亀裂を生じたり、地震時に変形などの損傷が生じやすい。
③桁支間中央部	■大きな応力が発生する部位であり、亀裂の発生などで部材が大きく損傷すると落橋など致命的な状態になる可能性がある。



出典: 道路橋定期点検要領 (国土交通省 道路局)

11/58

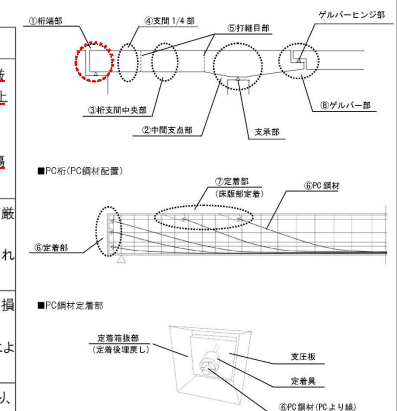
1. 橋梁点検

(7) 一般的な構造と主な着目点

2) コンクリート橋の定期点検において着目すべき主な箇所の例を下表に示す。

表-2 定期点検時の主な着目箇所の例

着目箇所	着目のポイント
①桁端部	■狭隙な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など劣化環境が厳しい場合が多い。特に支保高さが小さい場合には桁下や下部工上面の視認が困難な場合がある。 ■伸縮装置部からの漏水などが生じやすい。 ■支保部は大きな応力を受けやすく、地震時にひびわれなどの損傷を生じやすい。
②桁中間支点部	■狭隙な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など劣化環境が厳しい場合が多く、鉄筋の腐食を伴う損傷が進行しやすい。 ■支点部であり、桁端部同様に、大きな応力を受けやすく、ひびわれなどの損傷を生じやすい。
③桁支間中央部	■大きな応力が発生する部位であり、ひびわれなどで部材が大きく損傷すると落橋など致命的な影響が懸念される。 ■PC鋼材や鉄筋などの内部鋼材の腐食に伴うひびわれや、錆汁による変色が見られることがある。
④支間1/4部	■ウェブ厚が薄く、鉄筋の曲げ上げによる鉄筋量が少ない部分であり、せん断ひびわれが生じやすい。



出典: 道路橋定期点検要領 (国土交通省 道路局)

12/58

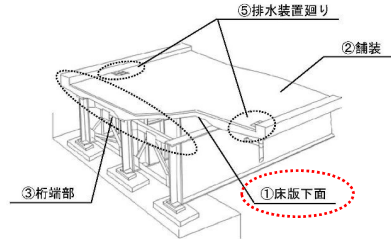
1. 橋梁点検

(7) 一般的な構造と主な着目点

3) コンクリート床版の定期点検において着目すべき主な箇所を下表に示す。

表-3 定期点検時の主な着目箇所の例

主な着目箇所	着目のポイント
	■<u>繰り返し荷重によるひびわれが生じやすい。</u> ■<u>床版上面からの水の供給により、遊離石灰や錆汁が生じやすい。</u> ■<u>路面段差や伸縮装置の影響から、自動車荷重の衝撃の影響を受けやすい。</u> ■<u>疲労によるひびわれと中性化や塩害の複合的な要因により、かぶりコンクリートにき、剥離、鉄筋露出を生じやすい。</u> ■<u>疲労によるひびわれと内部への雨水の浸入がある場合、床版コンクリートの急激な劣化により突然の落ち抜き事故に至ることがある。</u>
①床版下面	■<u>舗装の陥没やセメント分の噴出が見られる場合、床版が上面から土砂化するなど著しく劣化していることがある。</u> ■<u>床版下面に鋼板や炭素繊維シートや剥落防止材などが設置されている場合、内側で損傷が進行しても外観に変化が現れない。</u> ■<u>床版下面に鋼板や炭素繊維シートや剥落防止材などの補修補強材が設置されている場合、床版内部に水が浸入すると、床版並びに補修材料の接合部に急速に劣化が進行することや、これらの劣化が広範囲にわたることがある。</u>



出典：道路橋定期点検要領
(国土交通省 道路局)

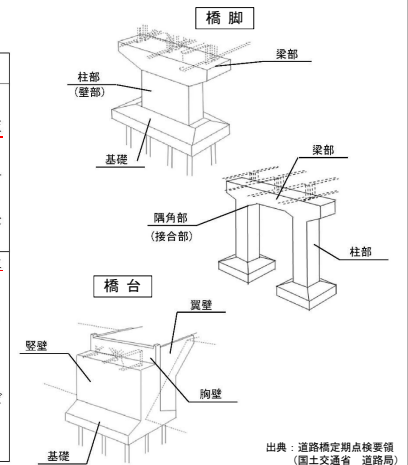
1. 橋梁点検

(7) 一般的な構造と主な着目点

4) 下部構造の定期点検において着目すべき主な箇所を下表に示す

表-4 定期点検時の主な着目箇所の例

部材種類	着目箇所
①橋台	■雨水が直接かかる部位では、ひびわれが生じやすい。
	■背面からの水が供給されることから、ひびわれ部では遊離石や錆汁が生じやすい。
	■地盤の影響を直接受けることから、沈下・傾斜・移動が生じやすい。
	■斜面上の橋台では、下方地盤の洗掘や浸食により不安定になることがある。
②橋脚	■張出部では、雨水が直接かかるなど環境が厳しく、損傷が生じやすい。
	■張出付け根部の上部では、大きな応力が発生する部位でありひびわれが生じやすい。
	■支承部では、ひびわれが生じやすい。
	■支承部は、狭い空間となりやすく、高温度や塵埃の堆積など腐食環境が厳しく、劣化も進行しやすい。
	■河川内では、洗掘が生じていることがある。



出典：道路橋定期点検要領
(国土交通省 道路局)

1. 橋梁点検

更に詳細な内容は、「道路橋定期点検要領」（国土交通省 道路局）を参照してください。

道路橋定期点検要領

平成31年2月
国土交通省 道路局

橋梁点検の基本・損傷・補修方法・留意点等

2. 橋梁補修設計

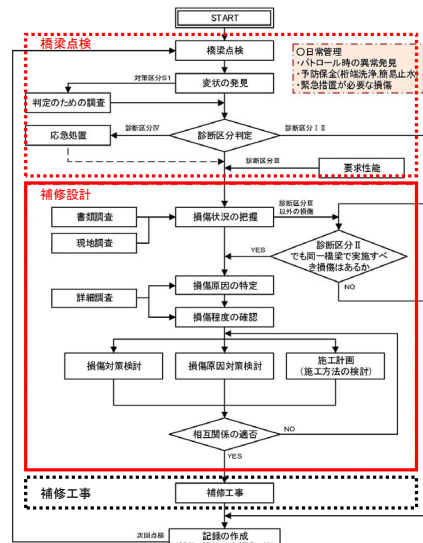
- (1) 橋梁補修の基本的流れ
- (2) 鋼橋（鋼部材）
 - 1) 主な損傷
 - 2) 腐食（損傷原因、詳細調査、補修工法）
 - 3) 亀裂・破断（損傷原因、詳細調査、補修工法）
- (3) R C床版（コンクリート部材）
 - 1) 主な損傷
 - 2) 床版の損傷（損傷原因、詳細調査、補修工法）

2. 橋梁補修設計

(1) 橋梁補修の基本的な流れ

橋梁の補修設計は、損傷原因を特定し、同じ損傷が再発しないように損傷した部材の補修だけではなく、損傷原因まで取り除く**原因対策型補修**とすることを原則とする。

損傷原因を取り除かず、損傷した部材のみを対症療法的に補修するだけでは、**同じ損傷が再発すること**となる。



出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

解説図 1.2.1 橋梁補修の流れ

17/58

橋梁点検の基本・損傷・補修方法・留意点等

(2) 鋼橋（鋼部材）補修の基本的流れ



18/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）

1) 主な損傷・・・腐食、亀裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落



主桁の腐食



トラス橋斜材の破断



主桁の亀裂



ボルトのゆるみ・脱落

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

19/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：腐食】

2) 損傷原因

(a) 特殊要因による局所的な腐食

- ① 桁端部の伸縮装置からの漏水による腐食（伸縮装置の排水機能不十分）
- ② R/C床版劣化部からの漏水による腐食（打ち継ぎ部やひびわれ劣化部の漏水）
- ③ 箱桁内部への雨水の進入による腐食（湿気のこもりや結露）

(b) 塩害による腐食

- ① 沿岸部に近く飛来塩分による腐食（塩分付着による腐食促進）
- ② 寒冷地及び山間部での凍結防止剤による腐食（塩分付着による腐食促進）

20/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：腐食】

3) 詳細調査

① 損傷範囲調査

腐食している範囲や部位を計測し、写真撮影を行い、記録として整理することで**今後の補修設計に反映**させる。

また、損傷の原因が橋面からの漏水なのか通気性の悪い場所なのか等、原因を把握する。



損傷写真（全景、黒板入り）



損傷写真（近景）



損傷写真（全景、黒板入り）

腐食部位・範囲調査状況

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所）

21/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：腐食】

3) 詳細調査

② 超音波厚さ計による測定

腐食が進行し減厚した鋼板に対して、板厚を把握する場合に使用する。
超音波厚さ計を適用する場合は、測定面を平滑化するための処理が必要となることに留意する。

これは、表面を錆が覆っており表面に凹凸がある場合には、測定端子と鋼板とが密着せず入射できる超音波が微弱となり、反射波が錯乱して精度の低下を招くことになるからである。



調査状況



厚さ計本体



測定端子



測定箇所

超音波厚さ計調査状況

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所）

22/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：腐食】

3) 詳細調査

③ 塗膜厚測定

塗膜劣化の程度を把握する場合に使用する。塗膜厚の測定は、超音波厚さ計を用いて測定する。

測定上の注意事項としては、以下の点があげられる。

- ・測定面にさびが存在している場合は、測定精度が劣る。
- ・測定面の表面あらさが大きい場合は、測定精度が劣る。
- ・塗膜が十分乾燥していない場合は、測定精度は劣る。



超音波厚さ計本体



調査状況（全景）



調査状況（近景）

塗膜厚測定状況

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所）

23/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：腐食】

3) 詳細調査

④ 塗膜成分調査

橋梁の塗料成分には、重金属、PCB等の有害物質が含まれていることが知られており、塗装の塗り替え工事等を実施する場合には、**事前に塗膜中の有害物質含有量調査**を実施することが求められている。

そこで、塗装塗替えの際は、試料採取により塗膜中の「**鉛量の測定**」及び「**PCB含有量試験**」を行う。

試料採取時は、素地調整によって生じた旧塗膜のケレンダストは周辺の土壌や河川等を汚さないよう十分留意し、その廃棄を適切に行うこと。また、作業員の健康と周辺環境への影響を考慮し、ケレンくずのばく露防止対策を行うこと。

【有害物質に関する判定基準】

- (1) 鉛：含有しているもの
- (2) PCB：1%（10000mg/kg）を超え含有するもの

適正な産業廃棄物処理



サンプリング状況

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所）

24/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材） 【主な損傷：腐食】

4) 補修工法

補修工法の概要

- 塗膜の劣化及びさび・腐食が確認された場合は、**適切な時期に塗装の塗替え**を実施する。
- 塗膜の劣化、腐食の原因が特定できる場合は、**腐食環境改善策**を実施する。
- 腐食による部材板厚の減少が著しく、部材の耐荷性能に重大な影響を及ぼす場合は、**断面補強**を実施する。

25/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材） 【主な損傷：腐食】

4) 補修工法

① 塗替え塗装工

- ・ 錆の発生箇所をケレンし、補修塗装を行い、鋼材の腐食を防止する。
- ・ **塗装系は重防食塗装系（Rc-I）を採用することを原則とする。**
- ・ 施工は、吊足場等の足場施設が必要である。
- ・ **発錆原因の除去対策を行わないと再劣化する可能性**があるため、適切な対応を検討する。例えば、漏水が原因の場合は、止水対策工の後に塗装工を行うなど。



塗替え塗装（スプレー）状況

解説 表 3.1.5 Rc-I 塗装系（スプレー）¹⁾

塗装工程	塗料名	使用量（g/m ² ）	塗装間隔
表地調整	1 種		4 時間以内
下 塗	有機ジンクリッチペイント	600	1 日～10 日
下 塗	弱溶剤型変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1 日～10 日
下 塗	弱溶剤型変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1 日～10 日
中 塗	弱溶剤型ふっ素樹脂塗料中塗	170	1 日～10 日
上 塗	弱溶剤型ふっ素樹脂塗料上塗	140	1 日～10 日

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所）

26/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材） 【主な損傷：腐食】

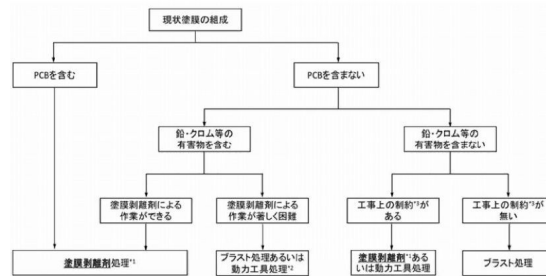
4) 補修工法

② 塗膜剥離工法

- 塗膜剥離工法は、土木鋼構造物の既存の塗膜を飛散させることなく、産業廃棄物量を必要以上に増やすことなく、安全かつ確実に除去・回収する工法である。
- 剥離剤は湿潤化による塗膜除去工法であり、従来の物理的処理工法に比べ粉塵の発生を大幅に抑制することができ、安全・確実に塗膜を回収することができる。



塗膜剥離状況



出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所）

27/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材） 【主な損傷：腐食】

4) 補修工法

③ 当て板補修工法

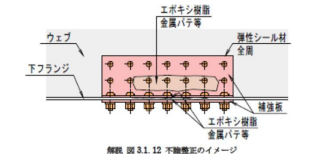
激しい腐食による鋼部材の減厚が生じた箇所は、腐食箇所を取り囲むように当て板（添接板）を施し、高力ボルトを用いて摩擦接合し補修する。

当て板補修工法により、以下の効果が期待できる。

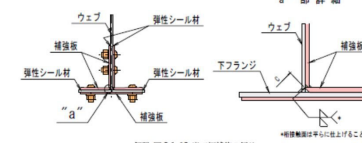
- ・ 腐食減厚部の応力度の低減
- ・ 腐食減厚部の剛性を高める



当て板補修工法



解説 図 3.1.12 不融態剤のイメージ



解説 図 3.1.13 当て板補修の例²⁾

※ 補修板は平均に仕上げること。

当て板補修の例

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所）

28/58

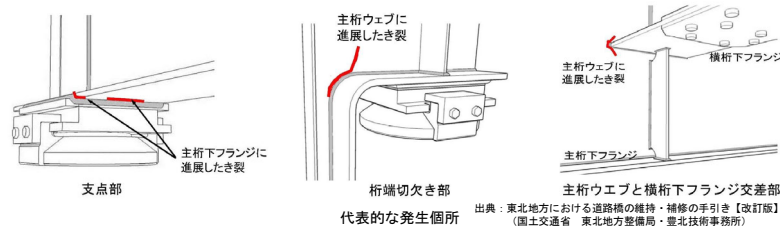
2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

2) 損傷原因

亀裂が生じた橋梁に対して適切な補修対策を実施するためには、**損傷の原因**を明らかにし、その**原因を除去できる方策を選定**することが重要である。亀裂が発生する原因としては大きく4つに分類される。

- ・不適切な構造ディテールや設計では想定していなかった二次応力による応力集中に起因する疲労損傷
- ・疲労強度の低い継手の採用に起因する疲労
- ・製作時の溶接欠陥に起因する疲労
- ・予期せぬ振動に起因する疲労



代表的な発生箇所

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所) 29/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

3) 詳細調査

詳細調査は、点検で発見された亀裂もしくは塗膜割れを対象に、発生原因の推定、補修の必要性や補修方法の選定を目的として行う。

調査内容としては、亀裂の長さや亀裂先端位置の確認、発生応力の測定などがあり、点検で報告された損傷状況をもとに、橋梁全体の構造的な特徴、構造詳細（板厚、材質、板組、溶接詳細など）、供用年数、交通量などを考慮して目的にあった調査方法を選定することが重要である。

- ①磁粉探傷試験（MT）
- ②超音波探傷試験（UT）
- ③浸透探傷試験（PT）
- ④表面切削調査
- ⑤応力計測

30/58

2. 橋梁補修設計

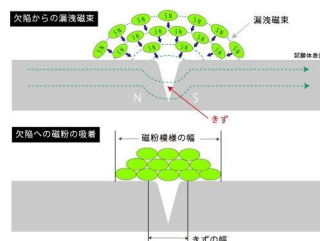
(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

3) 詳細調査

①磁粉探傷試験（MT）

亀裂の有無や表面長さを確認する場合に実施する。

亀裂部に磁粉（蛍光磁粉）を吹き付けた後 磁場を与えて、亀裂部に生じた漏洩磁束に磁化した磁粉を吸着し、紫外線照射により損傷部（磁粉模様）を検出する。



磁粉探傷試験の概要



磁粉探傷試験結果（亀裂あり）

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

31/58

2. 橋梁補修設計

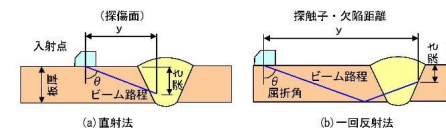
(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

3) 詳細調査

②超音波探傷試験（UT）

溶接部の損傷を確認する場合に実施する。

超音波パルスを鋼材表面に当てた探触子（送受信器）より伝播させ、内部より戻ってくる反射波（エコー）をモニター上で観察する方法である。



超音波探傷試験の概要



超音波探傷試験状況



超音波探傷試験本体

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

32/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

4) 補修工法

補修工法の概要

補修工法の選定に際しては、亀裂の発生部位、原因、進行程度を十分に考慮しなければならない。

亀裂の補修は、以下の対策を適切に組合わせ実施するものとする。

- ① ストップホール工法
- ② 溶接補修工法
- ③ 当て板工法
- ④ 構造詳細の改良
- ⑤ 全体構造の改良

33/58

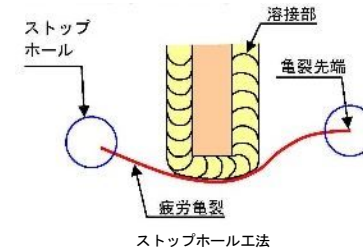
2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

4) 補修工法

① ストップホール工法

ストップホール工法は、**応急的な対策**として用いられる工法で、亀裂の先端に丸い孔を削孔し、亀裂先端部の応力集中を除去することで、亀裂の進展を防止する。補修効果を高めるため、高力ボルトを挿入し締め付ける工法が一般的であるが、ボルトの挿入・締め付けが困難な場合は、ストップホールのみとする。



ストップホール工法

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

34/58

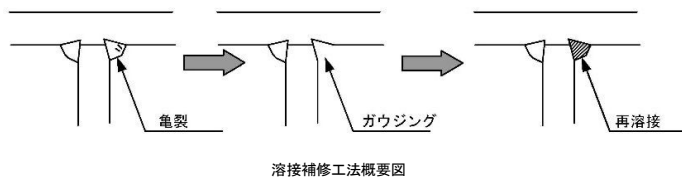
2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

4) 補修工法

② 溶接補修工法

溶接部に発生した亀裂部分を除去し、再溶接して補修する。再溶接部の止端部は十分に仕上げを行って疲労強度を向上させる。



出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

35/58

2. 橋梁補修設計

(2) 鋼橋（鋼部材）【主な損傷：亀裂・破断】

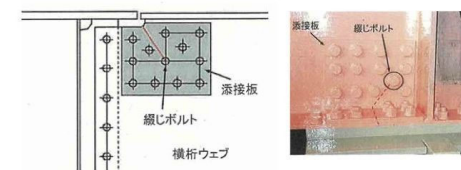
4) 補修工法

③ 当て板補修工法

亀裂部の溶接補修が困難な場合や、亀裂発生部の応力度を低減したい場合に、亀裂の発生部を取り囲むように当て板（添接板）を施し、高力ボルトを用いて摩擦接合して補修する。

当て板の使用により以下の効果が期待できる。

- ・ 亀裂発生部の応力度の低減
- ・ 亀裂発生部の剛性を高める
- ・ 万一亀裂が進展しても応力が添接板に流れる



当て板補修



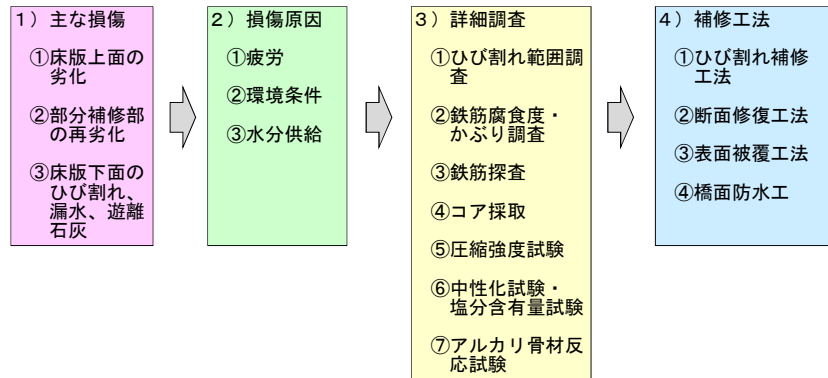
当て板補修

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

36/58

橋梁点検の基本・損傷・補修方法・留意点等

(3) RC床版（コンクリート部材）補修の基本的流れ



37/58

2. 橋梁補修設計

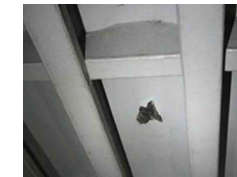
(3) RC床版（コンクリート部材）

1) 主な損傷・・・

- ①床版上面の劣化（舗装の変状）
- ②床版上面、部分補修部の再劣化
- ③床版下面のひび割れ、漏水・遊離石灰
- ④上面補修材、下面補修材の接着不良、再劣化



床版ひびわれ



床版間詰めコンの抜け落ち



舗装の変状と床版下面の状況

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所）

38/58

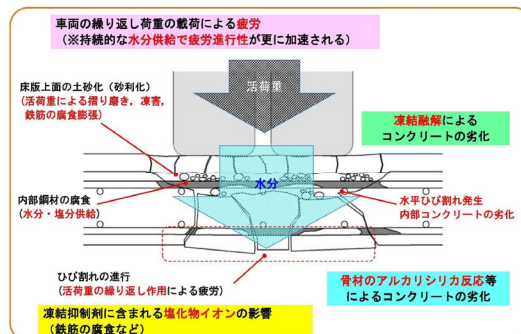
2. 橋梁補修設計

(3) RC床版（コンクリート部材）

2) 損傷原因：①大型車の輪荷重による疲労

コンクリート床版は、床版の支間長（主桁間隔）に対して厚さの薄い構造であり、変動の激しい輪荷重を直接支える部材であるため、荷重の繰り返しがもたらす疲労の影響による性能低下が顕在化する構造である。

また、昭和30年代以前は、鉄筋に付着の劣る丸鋼を使っていたことも劣化しやすい要因と考えられる。



疲労による劣化進行概念図

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所）

39/58

2. 橋梁補修設計

(3) RC床版（コンクリート部材）

2) 損傷原因：②建設地域の環境条件による損傷

①沿岸部における塩害影響地域

塩害の影響地域

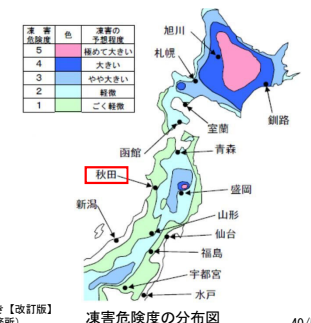
地域区分	地 域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと対策区分
B	青森県のうち釧路町、今別町、平館村、三戸村（東津軽郡）、北津軽郡、西津軽郡、大間町、佐井村、鰺野沢村（下北郡）秋田県、山形県	海上部及び海岸線から100mまで	S 影響が激しい
		100mをこえて300mまで	I 影響を受ける
		300mをこえて500mまで	II
		500mをこえて700mまで	III

②凍結抑制剤散布地域

東北地方の国道は、**ほぼ全域で凍結抑制剤を散布**しており、東北地整管内の平均散布量は10～15ton/kmである。特に山岳地域では、散布量が30ton/km以上となっている。

③凍結環境

東北地方は、**ほぼ全域で冬季に0℃以下となるので凍結環境にあり、東北地域全域が凍害の危険度が高い**といえる。



出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
（国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所）

40/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

3) 詳細調査

①ひび割れ範囲調査

表面に生じたひび割れや剥離、鉄筋露出、遊離石灰、ジャンカ・空洞・すりへり・侵食、抜け落ちなどの幅や広がりをもループ、クラックゲージ、スケール等で調査を行う。

②鉄筋腐食度・かぶり調査

はつり調査は、200mm角程度をはつり、鉄筋を露出させ鉄筋の腐食状況、かぶり、鉄筋径の計測を行う。観察後、プレミックスタイプの補修用モルタルを充填に用い補修する。



出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所)

41/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

3) 詳細調査

③鉄筋探査（電磁波レーダ法）

電磁波をコンクリート内部に照射し、鉄筋の位置やかぶりを把握することを目的とする。また、はつり調査やコンクリートコア抜きを行う際に、調査位置の鉄筋位置を確認し、鉄筋の破損や切断を防止する目的でも使用する。

④コア採取

事前に鉄筋探査機で鉄筋位置を確認した後に、コンクリートコアマシーンによりφ100mm×深さ200mm程度のコアを採取する。
採取後のコア孔は、プレミックスタイプの補修用モルタルを充填に用い補修する。



出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所)

42/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

3) 詳細調査

⑤圧縮強度試験、中性化試験、塩分含有量試験(室内試験)

・圧縮強度試験

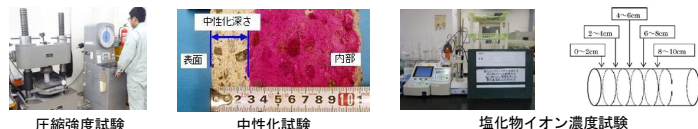
採取したコアを用い、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて試験を行い、コンクリート強度を測定する。

・中性化深さ試験

採取したコアを用い、JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」に準じてコアの割断面において中性化深さ試験を行い、中性化深さを測定する。

・塩化物イオン濃度試験

採取したコアを用い、日本コンクリート工学協会のJCI-SC4（硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法）に準じて試験を行い、塩分量を測定する。



出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所)

43/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

3) 詳細調査

⑥アルカリ骨材反応試験

コンクリート構造物からコアを採取して、骨材周囲の反応リングやゲルの浸出を観察し、アルカリ骨材反応の有無を確認するとともに、リングやゲルの程度の把握を行う。

・偏光顕微鏡観察

偏光顕微鏡下でアルカリ骨材反応の発生が疑われた反応性骨材粒子について詳しく観察し、進行状況や反応性鉱物の種類などを明らかにする。

・促進膨張試験

コンクリート構造物から採取したコアを促進養生して潜在的な膨張量を測定し、今後の劣化進行を予測する試験である。



偏光顕微鏡観察（安山岩のASR）

44/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

4) 補修工法

補修工法の概要

- ① ひび割れ補修工法・・・床版の一体化、補修後の水分、酸素の浸入抑制
- ② 断面修復工法・・・・・・劣化コンクリートの除去、補修後の塩化物イオン、水分、酸素の浸入抑制
- ③ 表面被覆工法・・・・・・補修後の塩化物イオン、水分、酸素の浸入抑制
- ④ 橋面防水工・・・・・・漏水源の除去

45/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

4) 補修工法

① ひび割れ補修工法

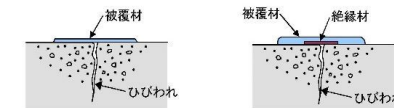
ひび割れ箇所に対し、エポキシ樹脂材、ポリマーセメントなどの補修材料を注入あるいは充填し、水分や塩化物などの浸入を防止する工法である。

ひびわれ幅や補修目的に応じて、**ひびわれ被覆工法**、**ひびわれ注入工法**、**ひびわれ充填工法**から適切な工法を選定する。

a) ひび割れ被覆工法

微細なひびわれ（幅0.2mm以下）に塗膜による被覆を施し、防水性、耐久性を向上させる目的で行う工法である。

ひびわれ幅の変動が大きい場合や進行性のひびわれの場合には、ひびわれの挙動により被覆部にひびわれを生じる恐れがあるため、可撓性のある材料の採用や被覆部の下に絶縁材等の処理をする必要がある。



ひびわれ被覆工法

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所)

46/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

4) 補修工法

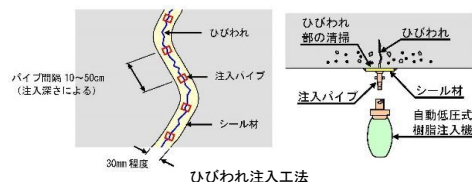
① ひび割れ補修工法

b) ひび割れ注入工法

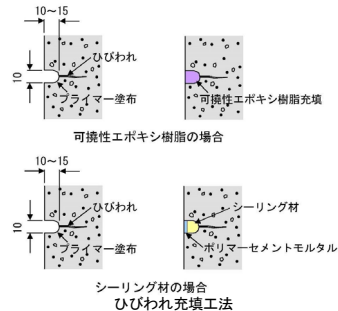
ひびわれ幅が0.2～1.0mmのひびわれに、樹脂系またはセメント系の材料を注入して、防水性、耐久性を向上させる目的で行う工法である。

c) ひび割れ充填工法

1.0mm以上の比較的大きなひびわれに、U字形にコンクリートをカットし、カットした部分にシーリング材、ポリマーセメントモルタルなどを充填する。



ひびわれ注入工法



ひびわれ充填工法

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所)

47/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

4) 補修工法

② 断面修復工法

劣化等により喪失したコンクリート構造物の断面の復元や中性化の進行、塩化物イオン等の劣化因子が侵入したかぶりコンクリートの撤去復旧を行う工法である。

施工規模や修復対象の部位（施工の方向）に応じた断面修復工法を選定する。

補修部位の位置	下面	側面	上面
施工の方向	上向き施工	横向き施工	下向き施工
補修面積			
小	左官工法	左官工法	左官工法
大	吹付け工法	吹付け工法	充填工法

断面補修工法の適用範囲の概念図

出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・豊北技術事務所)

48/58

2. 橋梁補修設計

(3) R C床版（コンクリート部材）

4) 補修工法

②断面修復工

a) 左官工法

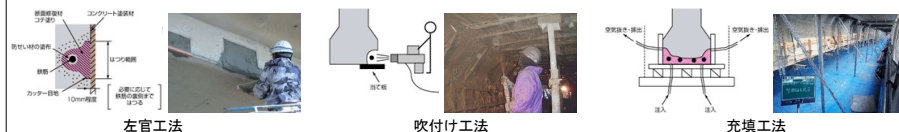
劣化部位をはつり撤去後、ポリマーセメントやエポキシ樹脂モルタル等の修復材をコテ塗りする。補修面積が比較的小さい場合に用いられる工法である。

b) 吹付け工法

劣化部位を撤去したのち、吹付けガンや吹付けノズルによって断面修復材を吹付ける。補修面積が比較的大きい場合に用いられる工法である。

c) 充填工法

劣化部位を撤去したのち、補修断面に合わせて型枠を組み、流動性に優れたコンクリートを充填する。補修面積が大きの場合に用いられる工法である。

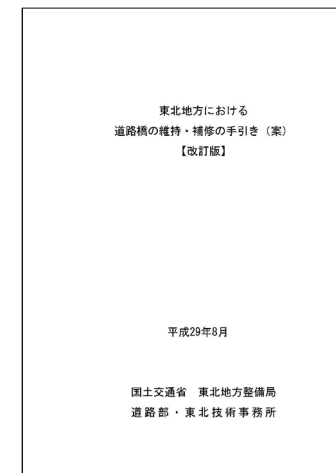


出典：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き【改訂版】
(国土交通省 東北地方整備局・東北技術事務所)

49/58

2. 橋梁補修設計

更に詳細な内容は、「東北地方における道路橋の維持・補修の手引き（案）」（国土交通省 東北地方整備局 道路部・東北技術事務所）を参照してください。



50/58

橋梁点検の基本・損傷・補修方法・留意点等

3. 補修後の再劣化事例

51/58

3. 補修後の再劣化事例

(1) 表面被覆その1

1) 事例：コンクリート表面被覆材の剥がれ、表面に不規則なひび割れや浮きが確認された。



図 1-1 鉄筋腐食による表面被覆材の割れ

2) 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、既に内部に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、ASRを疑うようなひび割れ形態を示した。

3) 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。

出典：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）
(国立研究開発法人土木研究所)

52/58

3. 補修後の再劣化事例

(2) 表面被覆その2

- 1) 事例：表面被覆材の表面線状に錆汁痕が確認された。



写真 9-1 線状に並んだ錆汁の発生状況

2) 想定される劣化因子・・・・・・・・

錆汁痕の直上は車道と歩道の境界部であり、境界部付近から水分が進入し、鋼材が腐食したものと考えられる。当該橋梁は海岸線近くにあり、水分の進入時に塩分も侵入した可能性がある。桁端部に排水管が設置されているが、排水管の容量不足で水分が滞留した可能性がある。

3) 考えうる（とるべきであった）対策・・・・・・・・

車道と歩道の**境界部への防水層設置**等の水分進入への配慮や**適切な排水装置の設置**。

出典：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）
（国立研究開発法人土木研究所）

53/58

3. 補修後の再劣化事例

(3) 断面修復その1

- 1) 事例：断面修復材の剥落が確認された。



a) 断面修復材の剥落前



b) 断面修復材の剥落後

2) 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が想定される。

3) 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。

出典：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）
（国立研究開発法人土木研究所）

54/58

3. 補修後の再劣化事例

(4) 断面修復その2

- 1) 事例：断面修復材にひび割れが確認された。



写真 13-1 橋台における断面修復材のひび割れ

2) 想定される劣化因子・・・・・・・・

養生不足。断面修復材の乾燥収縮。

3) 考えうる（とるべきであった）対策・・・・・・・・

十分な養生。乾燥収縮の少ない**断面修復材の選定**。表面含浸工法による防水。

出典：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）
（国立研究開発法人土木研究所）

55/58

3. 補修後の再劣化事例

(5) ひび割れ修復

- 1) 事例：ひび割れ注入後の短期間で遊離石灰が確認された。



写真 23-1 ひび割れ注入後に短期間で析出したエフロレッセンスと漏水

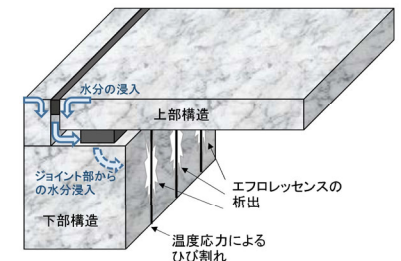


図 23-1 水分浸入とエフロレッセンス析出の状況

2) 想定される劣化因子・・・・・・・・

橋梁上部のジョイント部から雨水が供給され、注入材が凝結する前に水が浸入し、遊離石灰が析出した。

3) 考えうる（とるべきであった）対策・・・・・・・・

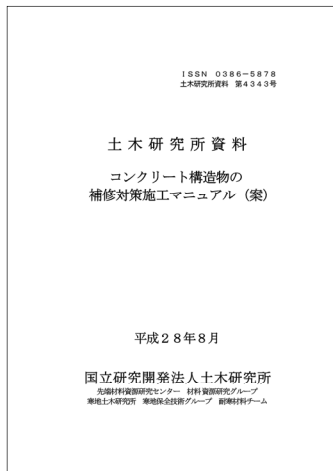
上部の**防水対策後に注入を実施**。水が供給されやすい箇所を、防水対策後であっても**樹脂系注入材**を使用する。

出典：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）
（国立研究開発法人土木研究所）

56/58

3. 補修後の再劣化事例

更に詳細な内容は、「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）」（国立研究開発法人土木研究所）を参照してください。



57/58

令和3年度 第1回 技術講習会

橋梁点検の基本・損傷・補修方法・留意点等

ご清聴頂きありがとうございました。

58/58