

道路橋の維持・補修の留意点について

令和7年11月19日

(株)沢木組 安全技術部長 佐藤 金市

1

〔講習会の内容〕

1. 東北地整の損傷傾向(下部工、床版、伸縮接手)
2. 伸縮接手部の損傷、補修
3. RC床版の損傷、補修
4. その他

※「東北地方における道路橋の維持・補修の手引き(案)」ベース

2

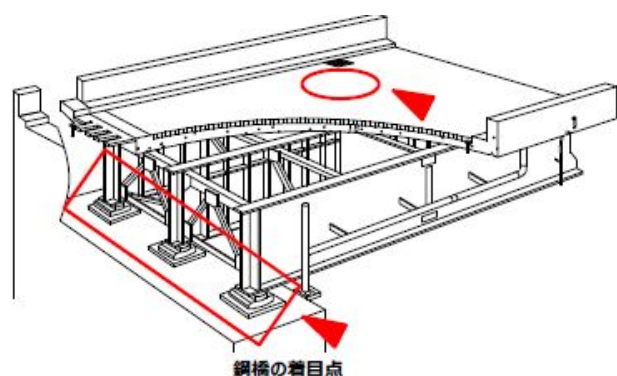
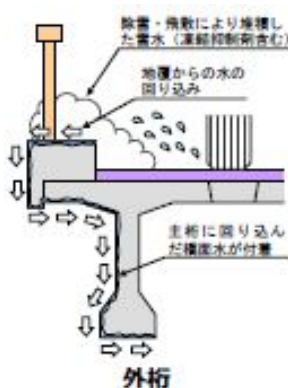
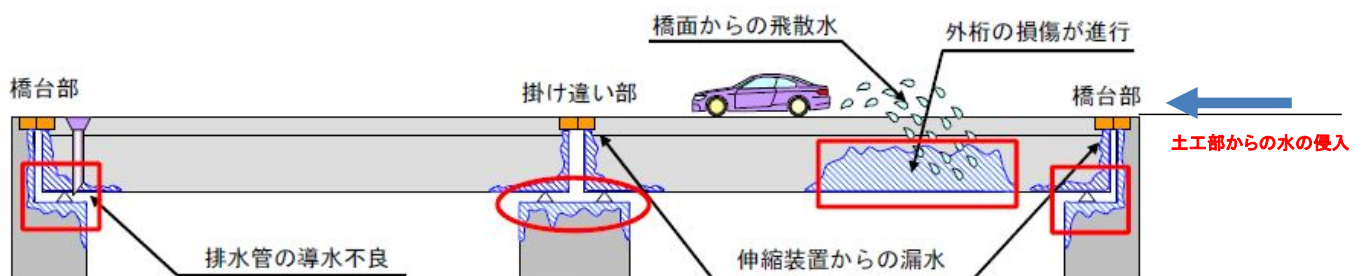
【補修のポイント】

- 補修は水処理がもっとも重要
- 損傷には、凍結抑制剤が大きく関わっている
- 補修コンクリートは無収縮、接着剤を使用
- 舗装は橋の一部、適切な維持管理が重要
- 新設時の施工不良も損傷に大きく影響
- 補修技術は発展途上、情報収集が重要
- 点検は新技術、AIの活用で効率化
- 診断、設計は、現場環境を把握し原因の特定
- 設計は施工性を考慮

3

1. 東北地整の損傷の傾向

- ・伸縮継手部、排水部、床版などの箇所での損傷が多い
- ・東北地方特有の凍害や凍結抑制剤の影響を受け損傷している
- ・また、補修後の再劣化が確認されている



【損傷の事例】



桁端部の腐食状況



桁側面の水掛かりの劣化状況



舗装切削後の状況
床版上面の劣化



床版下面のひびわれ
漏水・遊離石灰



査座コンクリートの剥離状況

5



箱桁内部の桁、排水管損傷の損傷



伸縮接手コンクリート打継ぎの再劣化



CO床版補修箇所の再劣化

6

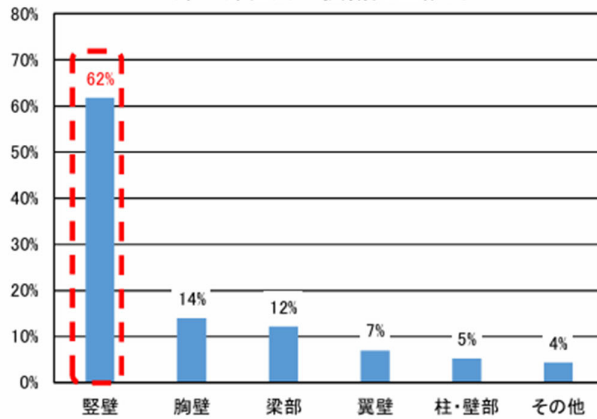
2) 下部工部材別の損傷発生傾向

【対象】「診断区分Ⅲ」が発生している部材を部材別で集計。

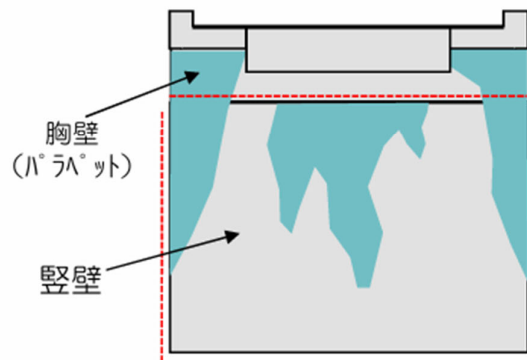
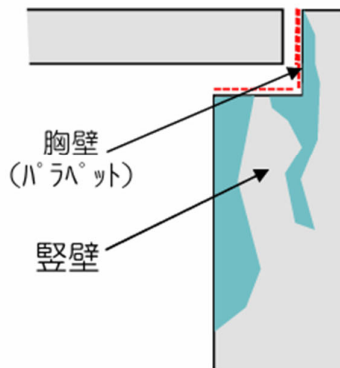
- ・損傷は水分供給が多い桁端部の**縦壁が多い傾向**。

※「診断区分Ⅲ」が発見されている下部工部位
※点検調書(その10より集計)

下部工部位別の損傷発生傾向



沓座コンクリートの剥離状況



1) 鋼橋のRC床版の損傷別の発生傾向・損傷原因

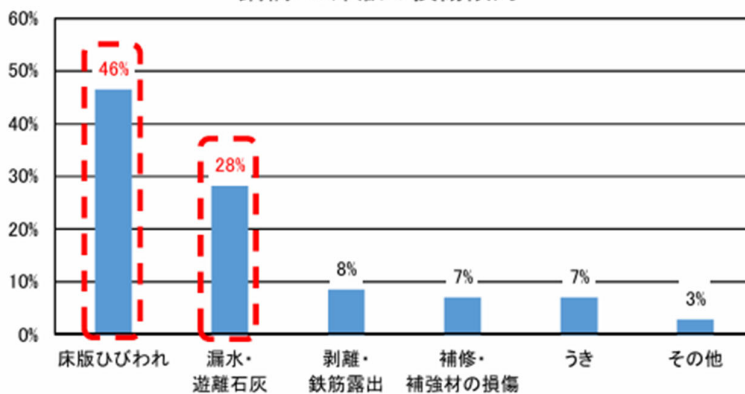
【対象】RC床版の損傷のうち、「診断区分Ⅲ」の損傷を抽出。橋梁単位で集計

※同じ橋梁で「診断区分Ⅲ」の損傷が複数ある場合は計上する

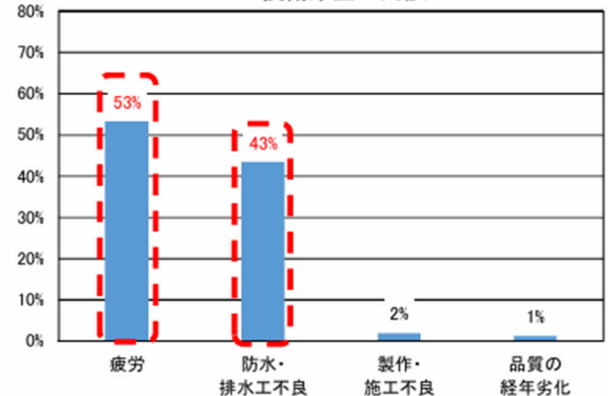
- ・劣化が顕著化している損傷は「**床版ひびわれ**」「**漏水・遊離石灰**」が多い傾向
- ・損傷原因は「**疲労**」「**防水・排水不良**」が大半を占める

※点検調書(その10)より集計

鋼橋RC床版の損傷傾向



損傷原因の内訳



凍結防止剤散布は、橋全体の健全性に大きく影響。

凍結防止剤散布量の影響

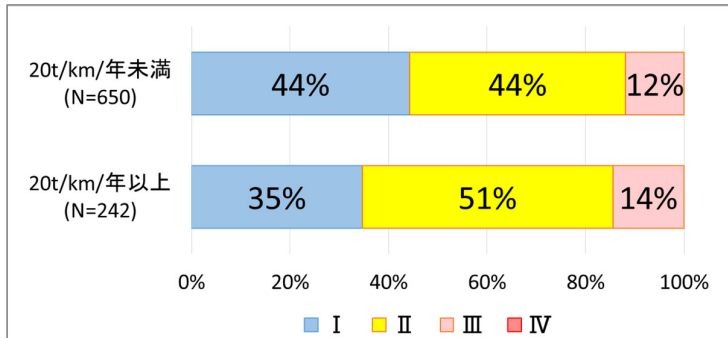


図-1. 散布量20t未満と20t以上の比較

※図-1. 東北地整(直轄) 橋梁の健全度の比較

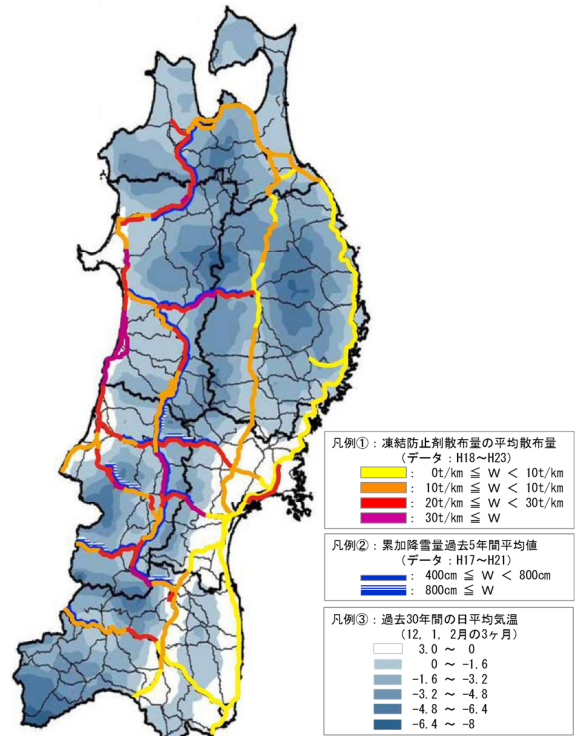


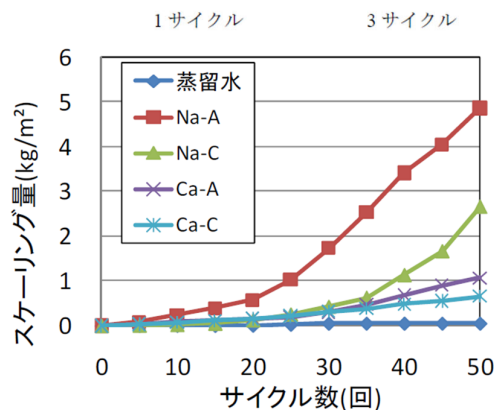
図-2. 冬期間の日平均気温と凍結防止剤散布量の分布

9

コンクリートの凍結融解試験結果(スケーリング量の変化)※凍結防止剤の影響



図-3 凍結融解後の試験片



塩化ナトリウム(Na-C)
 塩化カルシウム(Ca-C)
 酢酸ナトリウム(Na-A)
 酢酸カルシウム(Ca-A)

出典:コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, 2011
 スケーリング劣化を考慮した新しい凍結融解試験法の検討
 岩手大学 小山田 哲也・羽原 俊祐・高橋 拓真・高橋 俊介

図-4 ASTM C 672 による累積スケーリング量の変化

10

塩分環境下のASR

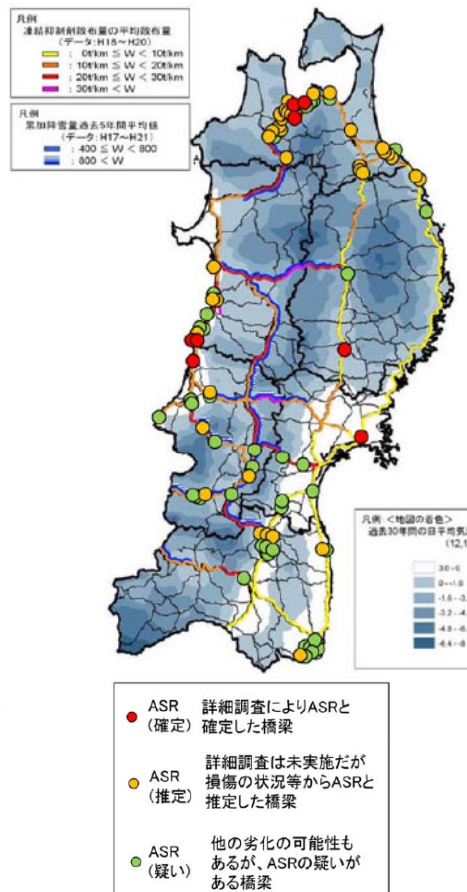


図-1 橋梁点検におけるASRの発生状況
(東北地方におけるアルカリシリカ反応対策に関する
参考資料(案)：東北地方整備局)

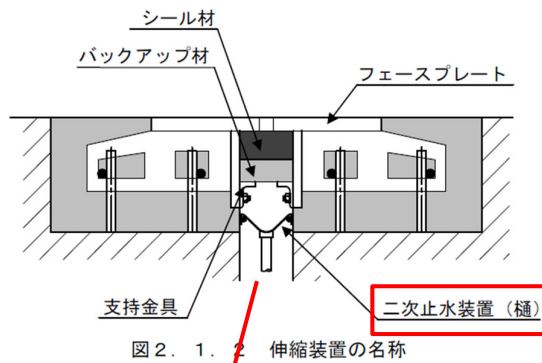
11

2. 伸縮接手部の損傷、補修

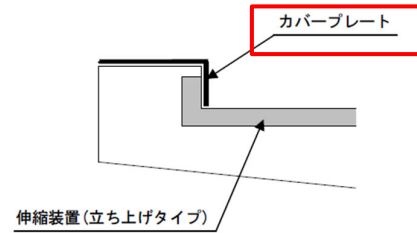
- ・伸縮装置等からの水、凍結抑制剤の流出で、沓、桁、下部工を損傷
- ・原因は止水がない、雪の押し込み力等で止水機能喪失、地覆部等の未処理など
- ・また、新設時の後打ちコンクリート充填不良による場合も



伸縮装置の構造例



導水パイプは
地面まで伸ばす



【地覆タイプのカバープレートの例】

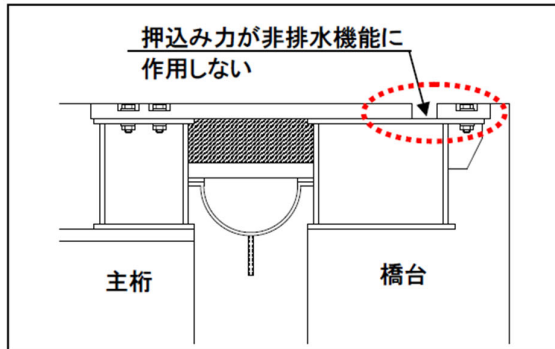


図2. 1. 6 押し込み力を回避する構造の例（片スライド構造）

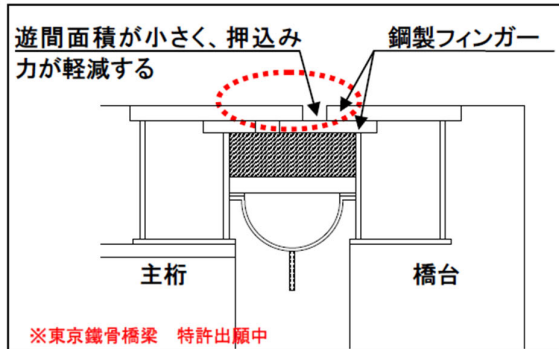


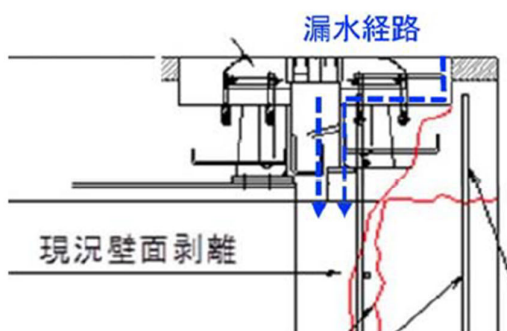
図2. 1. 7 押し込み力を軽減する構造の例（二重櫛歯構造）

※新設橋の排水計画の手引き（案）

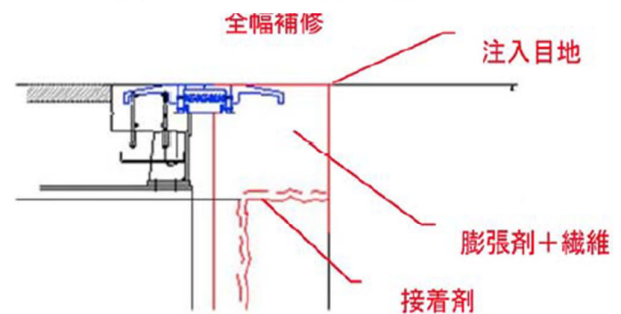
13

伸縮接手の再劣化

- ・補修時のコンクリートの付着不良等により、漏水し損傷
- ・補修は膨張剤入りコンクリート、接着剤、全幅補修など行い、水が入らないようにする



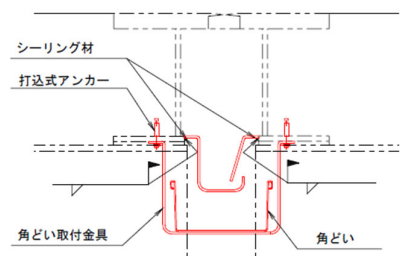
解説 図 8.1. 9 損傷原因



解説 図 8.1. 10 対策のイメージ

14

簡易な止水構造例



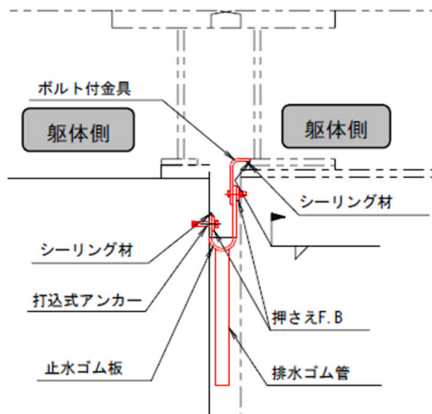
解説 図 2.3.1 角どいタイプの止水構造



解説 写 2.3.4 張り出し部設置事例



解説 写 2.3.5 桁間部設置事例



解説 図 2.3.2 ゴム樋タイプの止水構造



解説 写 2.3.6 歩車道境界部設置事例



解説 写 2.3.7 張り出し部設置事例

埋設ジョイント部の損傷、耐用年数

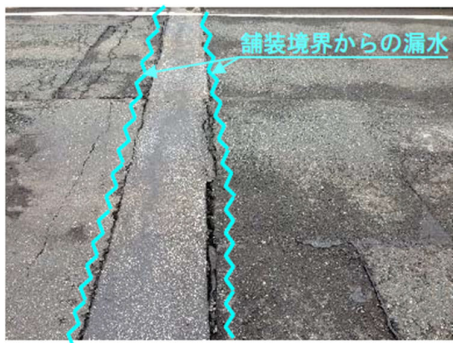
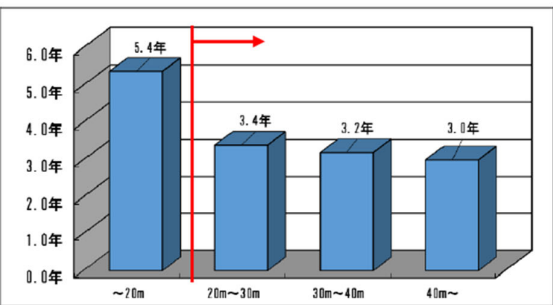


写真 2. 1. 12 舗装部境界のひび割れ

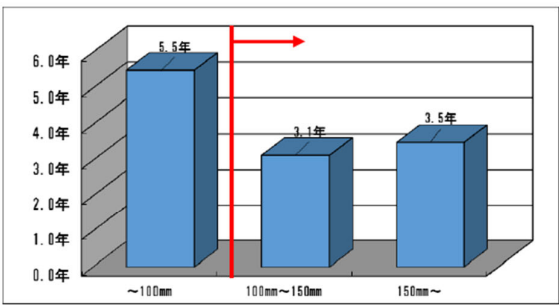


写真 2. 1. 13 埋設ジョイントを採用した鋼橋の桁端部の著しい腐食



支間長と耐用年数の関係

- 支間長 20m 以上 3.2 年
- 支間長 20m 未満 5.4 年



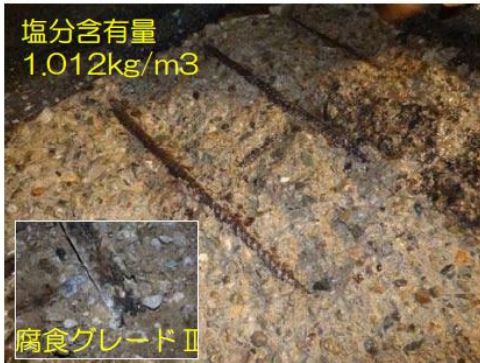
遊間と耐用年数の関係

- 遊間 100 mm以上 3.2 年
- 遊間 100 mm未満 5.5 年

劣化事例



脆弱コンクリート除去不足による土砂化



内部鋼材の腐食膨張によるコンクリートの脆弱化

解説 写 4.1.5 劣化事例



フェザーエッジ部分の劣化による再劣化



補修部分周辺の土砂化 (既設床版と一体化していない)

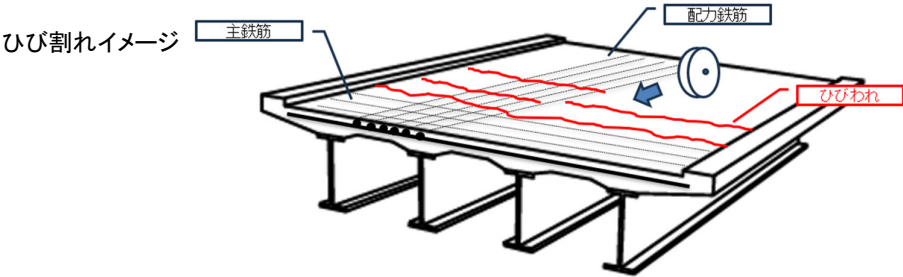
解説 写 4.1.7 復旧材周辺の劣化事例

床版設計曲げモーメント変遷

- ・50年前の鉄筋量は、B活荷重に比して、主鉄筋0.66倍、配力筋0.23倍と少ない
- ・また、床版厚は、最小厚14cmと薄く、橋軸直角方向にひび割れが発生しやすい

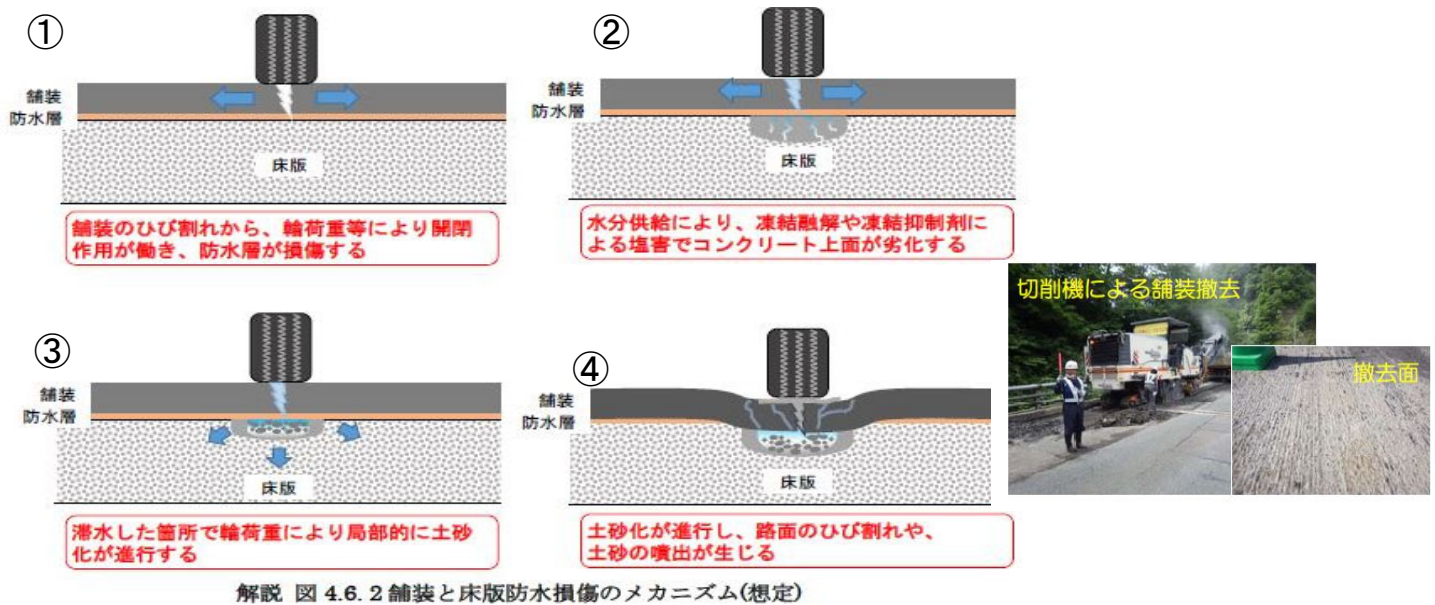
解説 表 4.1.4 床版設計曲げモーメント変遷表

年次		S31道示	S42通達	S48道示・通達		H6道示
荷重		TL-20	TL-20	TL-20	TT-43	B活荷重
設計軸荷重 P	t	8.0	8.0	8.0	9.6	10.0
床版支間 L	m	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
算出式	主鉄筋	$0.5P(L-1)/(L+0.4) \times (1+i)$ $i=20/(50+L)$	$0.5P(L-1)/(L+0.4) \times (1+i)$ $i=20/(50+L)$	$(0.12L+0.07)P+K$ K: TT-43の支間による割増		$(0.12L+0.07)P+K$ K: 支間による割増
	配力筋	主鉄筋の25%以上配筋	主鉄筋の70%以上配筋	$(0.10L+0.04)P$		$(0.10L+0.04)P$
算出結果	主鉄筋	3.523	3.523	3.920	4.704	5.308
	配力筋	0.881 ※1	2.466 ※1	3.120	3.744	3.900
曲げ比率 (B活=1)	主鉄筋	0.664	0.664	0.738	0.886	1.000
	配力筋	0.226	0.632	0.800	0.960	1.000
その他関連事項 ※2		■S31道示 $\sigma_{sa}=1,300\text{kg/cm}^2$	■S39道示 $\sigma_{sa}=1,300\text{kg/cm}^2$ (SR24) $\sigma_{sa}=1,600\text{kg/cm}^2$ (SR30) $\sigma_{sa}=1,800\text{kg/cm}^2$ (SD30)	■S43通達 $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$ (SD30) 床版厚 $d=3L+9 \geq 16\text{cm}$ ■S48道示 $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$ (SD24) $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$ (SD30) 床版厚 $d=4L+11 \geq 16\text{cm}$ (単続版) $d=3L+11 \geq 16\text{cm}$ (連続版)		■S53通達 床版厚 $d=k1 \cdot k2 \cdot d0$ $d0$ はS48の d と同様 $k1 \cdot k2$ は床版厚割増係数 σ_{sa} にさらに 200kg/cm^2 の余裕を見込み $1,200\text{kg/cm}^2$ とし 全材質共通とした ■H6道示 S53通達とほぼ同様だが活荷重変更に合わせて床版厚割増係数を見直し



床版の損傷例

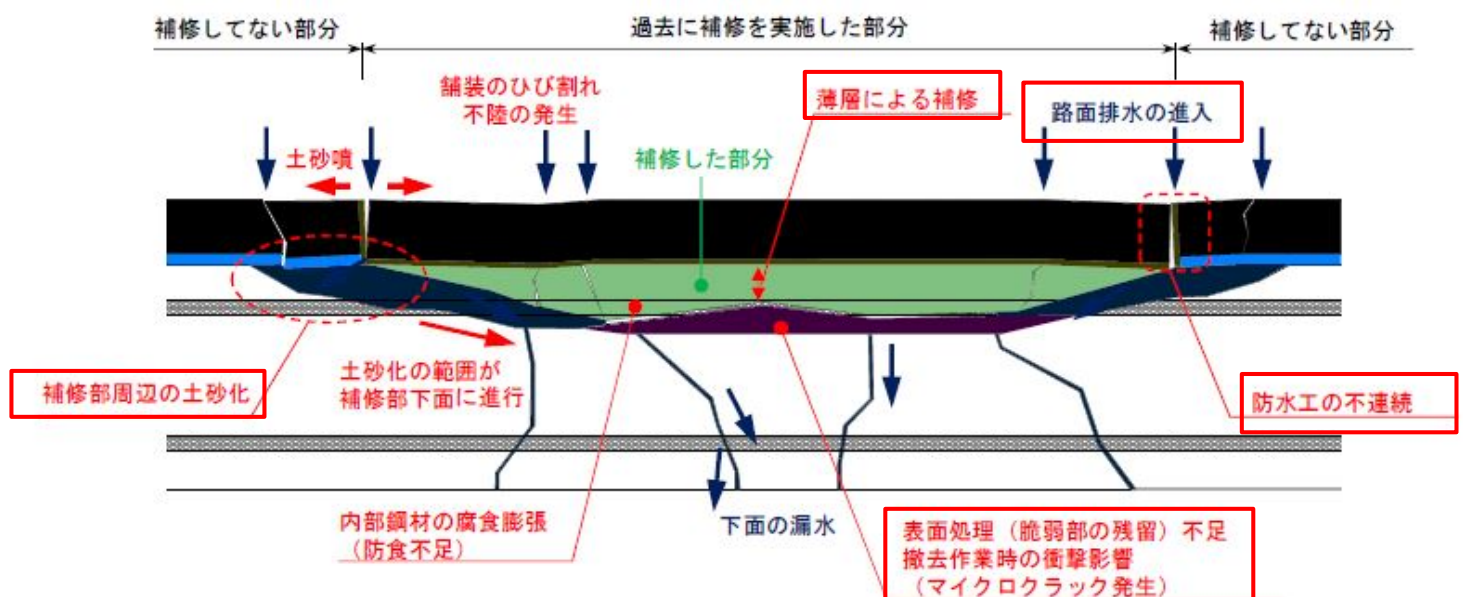
- ・舗装のひび割れから輪荷重などで防水層が破損、水、凍結抑制剤が浸入し上面が劣化
- ・その後、土砂化して路面のひび割れ、土砂の噴出が起きる
- ・他にも鉄筋のさび、鉄筋に沿った水平クラックの発生も見受けられる
- ・また、舗装補修時の路面切削により、マイクロクラックが発生し土砂化を促進している場合も



21

RC床版の再劣化の要因

- ・As舗装のカッター目地から水が浸入し
- ・損傷部のはつり不足、はつり箇所への衝撃(マイクロクラックの発生)
- ・補修コンクリートの付着不良及び新旧弾性の相違(すりみがき)
- ・補修箇所の薄さ、フェザーエッジ(補修コンクリートの破壊)
- ・ハツリ時に既設床版にマイクロクラックが発生

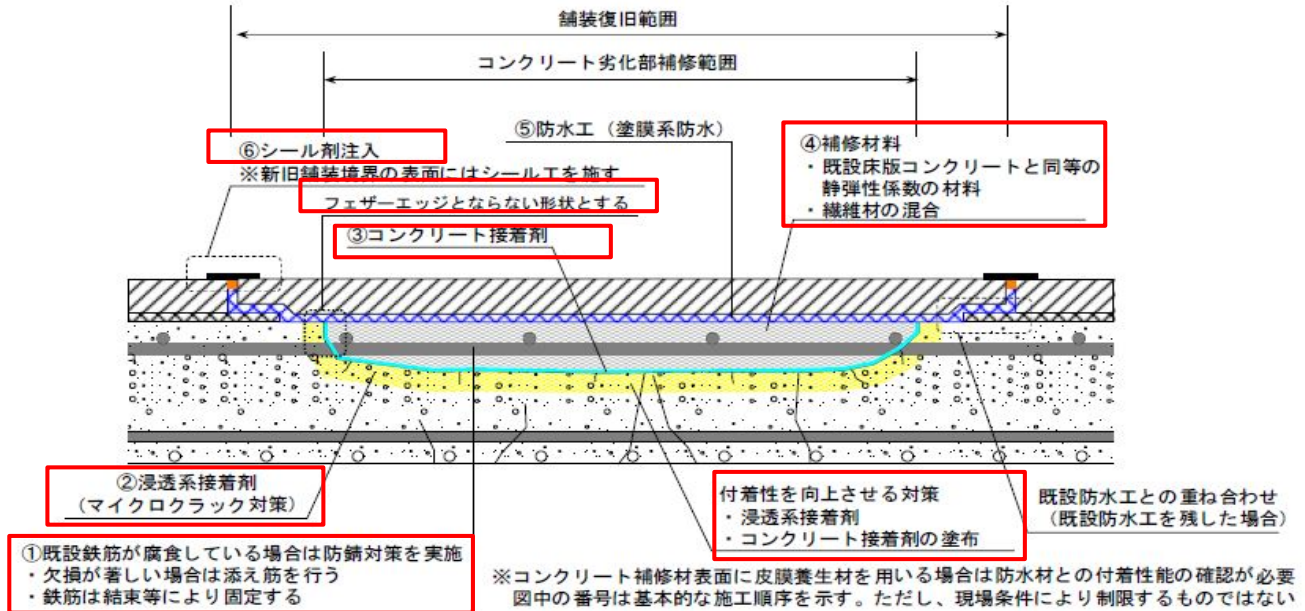


解説 図 4.1.20 RC床版再劣化のメカニズム

22

RC床版の補修のポイント

- ・損傷部の取壊し範囲は大き目にし、ハンドカッターを使用しフェザーエッジを作らない
 - ・取り壊しはピック等で丁寧に行い、マイクロクラック発生しないようにする
 - ・鉄筋がさびている場合は、防錆材を塗布する
 - ・取壊し面はプライマーを塗布して、発生したマイクロクラックを充填する
 - ・コンクリート接着剤塗布後、補修コンクリートを打設（無収縮＋繊維補強）し、塗膜防水する
 - ・As舗装目地は注入し止水する
- ※取壊しにウォータージェットの使用する場合、水平クラックに水が入り込むので使用は慎重に

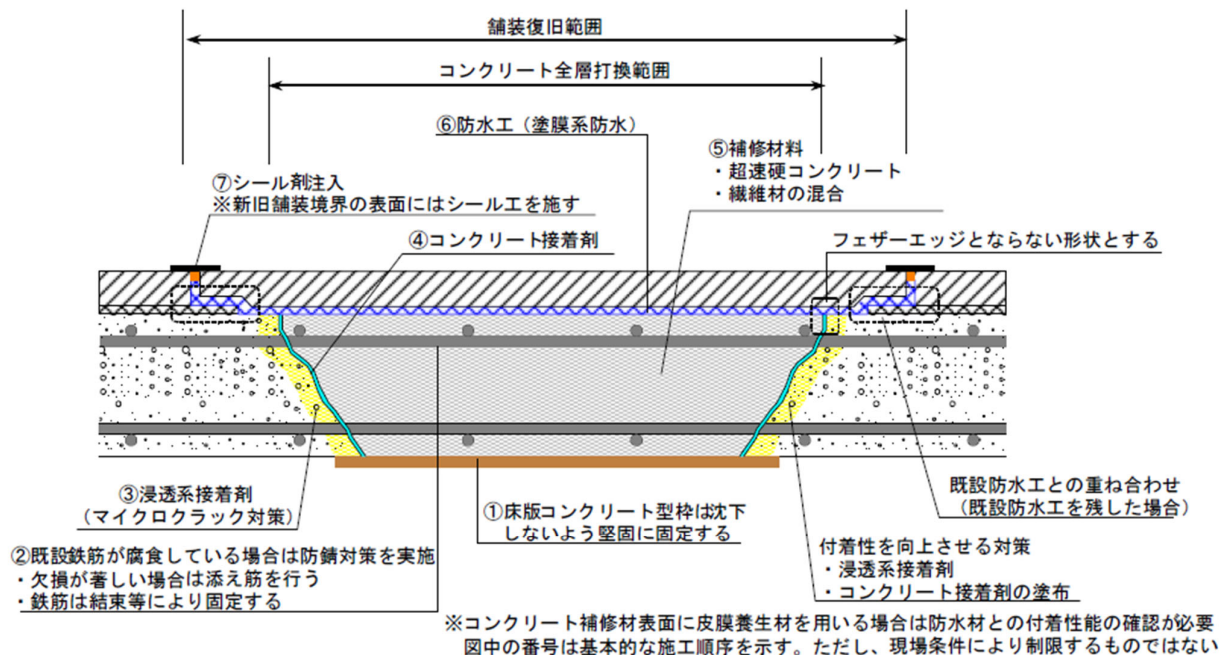


解説 図 4.1. 22 表層補修施工時の留意点

23

【局部打換え施工の例】

- ・新旧コンクリートの付着向上を目的とし「浸透系接着材」「コンクリート接着材」を実施する。ただし、ウォータージェット等使用の場合、浸透系接着材は省略可
- ・補修部分には防水工の実施を原則とし、舗装施工目地には止水対策を実施する
- ・初期ひびわれ抑制対策としてポリプロピレン繊維等を使用する
- ・その他、型枠の沈下などに留意する

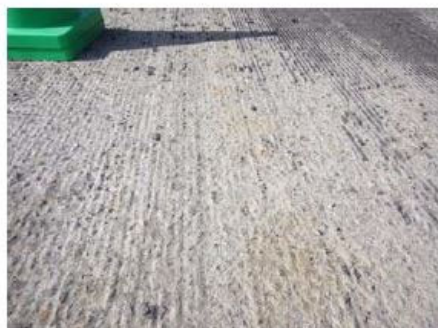


解説 図 4.1. 19 局部打換え補修施工時の留意点

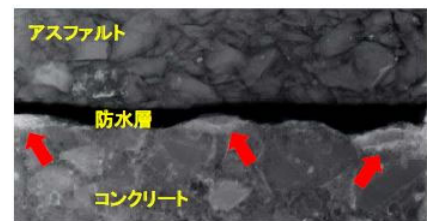
24

RC床版クラック処理、防水

- ・50年以上の橋梁では、配力鉄筋不足等によりクラックが予想
 - ・また、舗装補修時の切削により、マイクロクラック発生している可能性が高い
 - ・そのまま、防水層を行うと付着不良により損傷の要因
 - ・高浸透性プライマー(エポキシ樹脂)をクラックに充填し、表面を緻密化
- ※高浸透性プライマーの試験結果では、床版寿命を3倍に高める効果を確認
 日本大学 輪荷重走行試験結果 15万回で貫通ひび割れ、塗布後に27万回走行できた
- ・防水は、床版に凹凸があるため塗膜系で防水



解説 写 4.6.7 防水工施工前の床版



マイクロクラックが見られる(付着強度低下の原因)

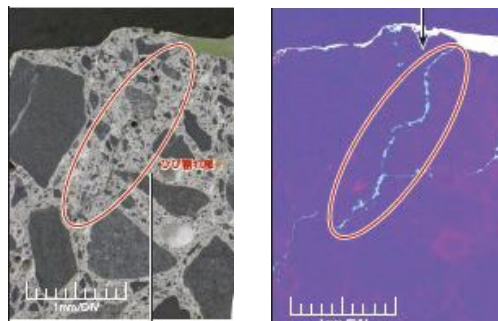
解説 写 4.6.8X 線造影撮影法による観察結果

高浸透プライマー施工状況



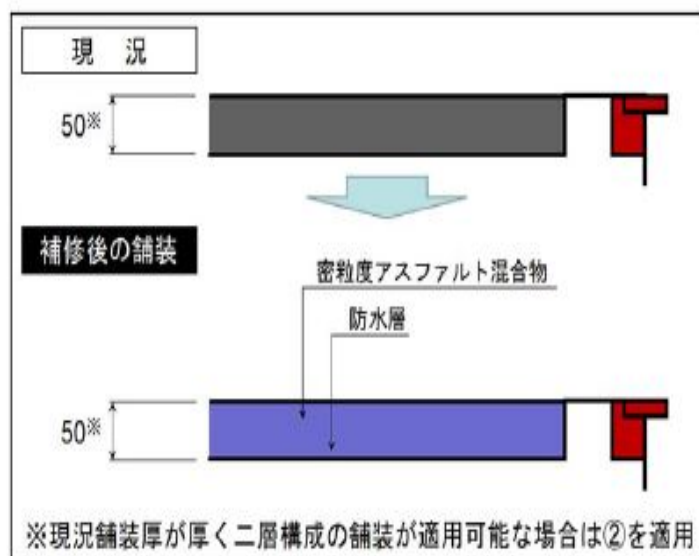
メーカーHP

高浸透プライマー充填状況



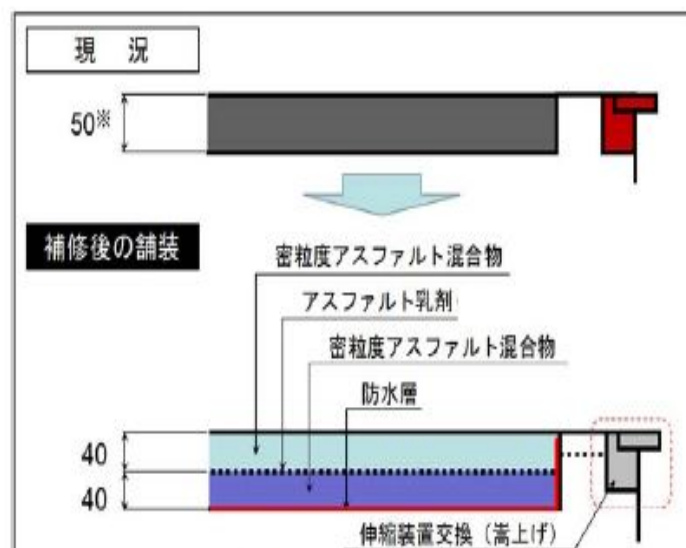
橋面舗装

- ・As舗装が1層の場合、床版に水が入りやすいので、止水、維持など注意が必要
- ・As舗装は2層にすることが望ましく、伸縮装置交換の際に考慮
- ・増厚することで、床版のたわみが少なくなり負荷の低減効果が確認
- ・As合材は、わだち掘れによる損傷リスクを回避するため、耐流動性の高い合材を使用



※現況舗装厚が厚く二層構成の舗装が適用可能な場合は②を適用

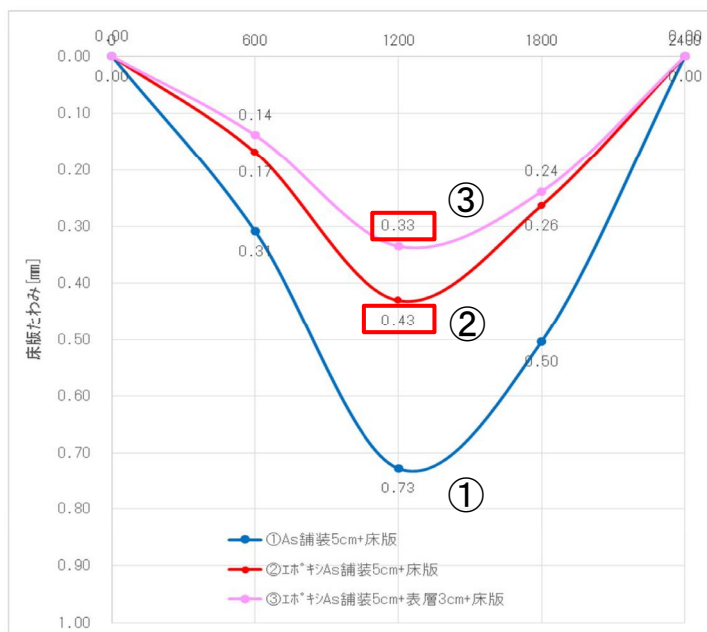
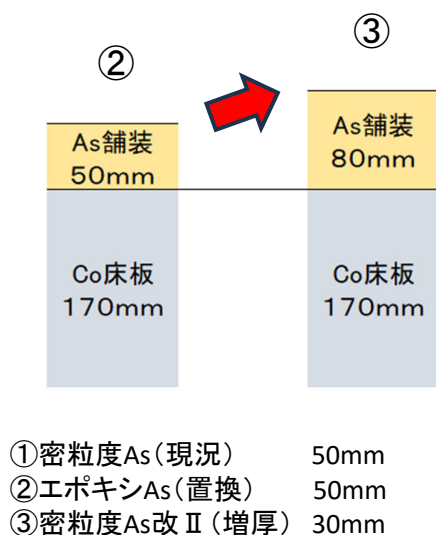
解説 図 4.6.5 ①同一工事において伸縮装置を交換しない場合



解説 図 4.6.6 ②同一工事において伸縮装置の交換を行う場合

As舗装増厚時のRC床版のたわみ

- ・舗装厚②50mmから③80mmへ増厚することにより、床版たわみが23%低減(0.43mm→0.33mm)
 - ・このことは、床版の負荷が20t車から16t車に低減されたことと同様
- ※測定方法は定格車両(20tに調整した車両)を定点に載荷

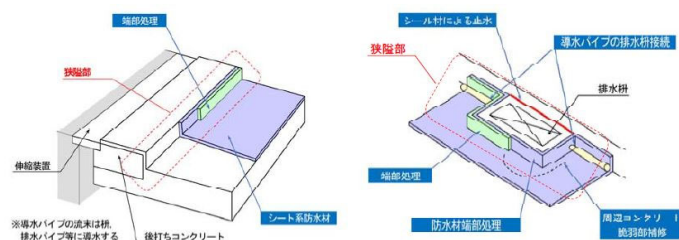
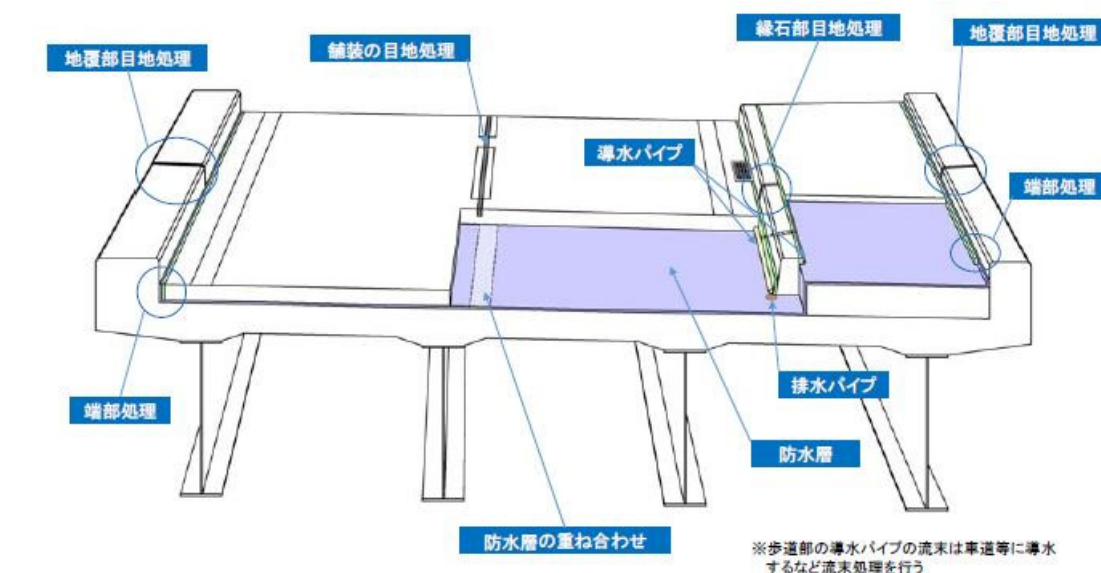


※As舗装温度：約25℃条件で計測

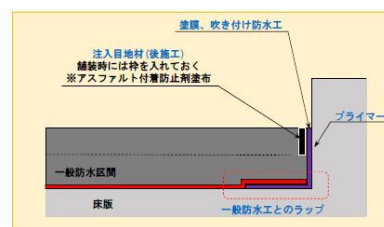
出典：舗装 2021年5月号
エポキシアスファルト舗装によるRC床版の延命化
岩手大学 小山田哲也 岩手河川 佐藤金市

27

止水箇所と構造



解説 図 4.6.8 狭隙部 (伸縮装置付近、排水樹周辺)

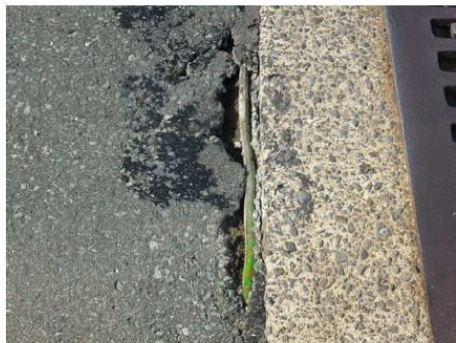


28

導水パイプ部の損傷(伸縮部)



解説 写 4.6.10 横断方向に導水パイプを配置した橋梁の劣化事例

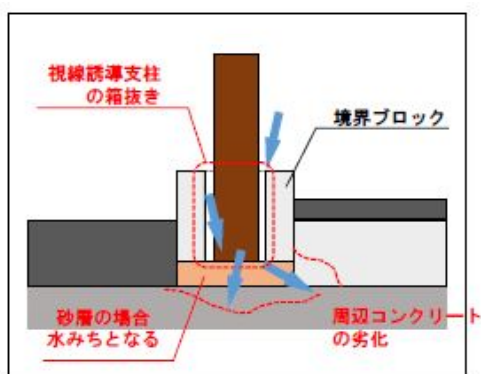


解説 写 4.6.11 舗装の剥離・導水パイプの露出

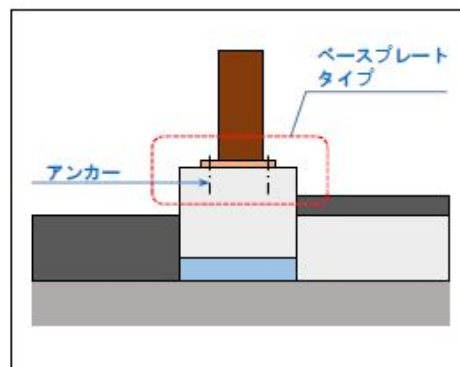


解説 写 4.6.13 路肩部まで導水パイプを伸ばした例②

視線誘導標部の水の侵入



解説 図 4.6.20 写真の概要図



解説 図 4.6.21 視線誘導版設置の改良案

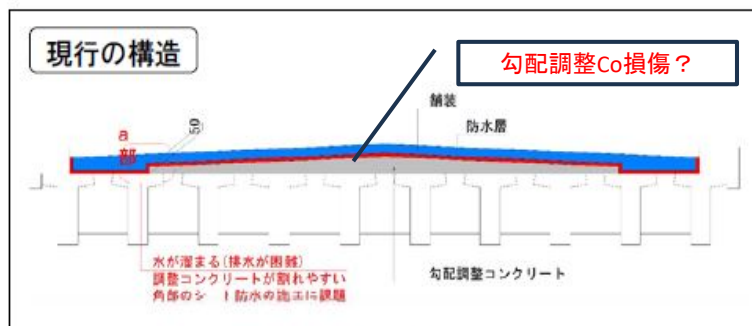
29

4. その他

例題:再劣化事例から考えられること

- ・補修后再劣化し噴出物が発生、まだ水が供給されている
- ・舗装の目地、又は歩道の間詰砕石からの可能性
- ・勾配調整コンクリートの可能性
- ・調査を実施し、原因を特定することが重要

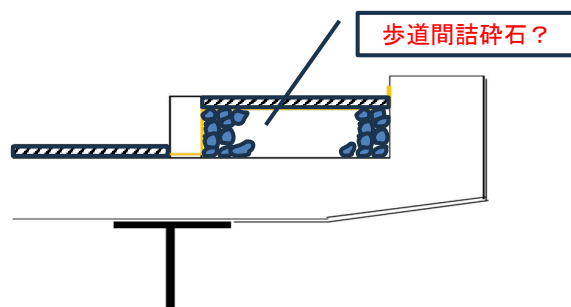
床版補修後 6~7年程度
ポステンT桁橋 3径間 1980年完成



解説 図 4.6.22 調整コンクリートの構造

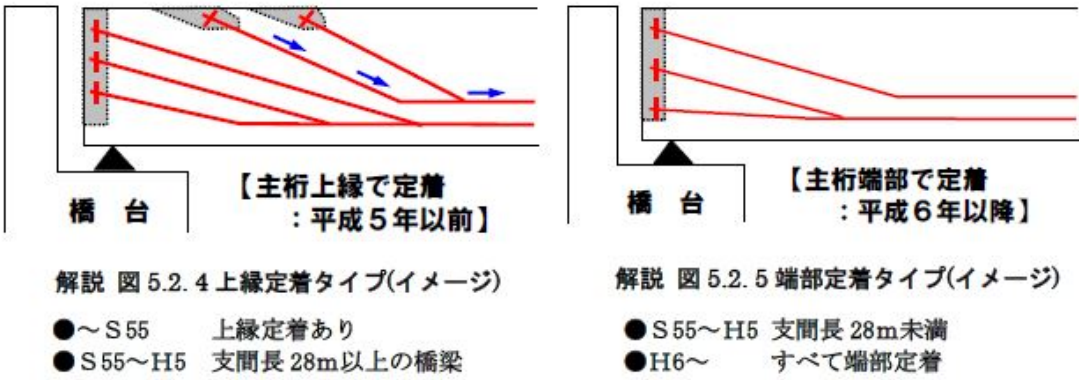


舗装縦目地?



30

PC桁端部の定着方法の変遷



断面修復方法例

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

解説 図 5.1.30 断面修復工法の適用範囲の概念図

解説 表 5.1.16 施工方向毎の留意事項 ¹⁾		
施工方向	代表的箇所	施工方法の概要
下向き	床版の部分打換え、 地覆打換え	新設の場合とほぼ同様の施工方法。
横向き	桁側面等	吹付け、コテいずれも適用可能であるが、施工規模、現場状況、使用材料等を勘案して、適切な施工方法を採用する必要がある。 コンクリート橋の上部工への填工法は過去の再劣化事例から採用しないこととした。
上向き	桁・床版下面等	重力に逆らう施工となるため、慎重な配慮が必要である。施工規模が比較的小さい場合には、コテによる人力施工も可能であるが、施工規模が大きくなった場合には、吹き付け工法を採用することが望ましい。 コンクリート橋の上部工への填工法は過去の再劣化事例から採用しないこととした。

【参考文献】

- 国土交通省 東北地方整備局
 - ・東北地方における道路橋の維持・補修の手引き(案)【改訂版】平成29年8月
 - ・鋼道路橋RC床版の維持補修の手引き(案)平成30年3月
 - ・新設橋の排水計画の手引き(案)
 - ・東北地方におけるRC床版の耐久性確保の手引き(案)令和5年3月
 - ・コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編)令和5年5月
- スケーリング劣化を考慮した新しい凍結融解試験法の検討
岩手大学 小山田 哲也、羽原 俊祐、高橋 拓真、高橋 俊介
- 基層強化による既設道路橋床版の延命化対策の基礎的研究
岩手大学 小山田哲也、日本道路 弓木宏之、復建技術 飯土井剛、平野至史
- エポキシアスファルト舗装によるRC 床版の延命化
岩手大学 小山田哲也 岩手河国 佐藤金市
- 高浸透型防水材による道路橋RC床版の補修効果に関する実験的検討
日本大学 前島拓、岩城一郎、首都高技術研究所 子田康弘