

令和7年度 橋梁技術発表会

鋼橋床版の劣化と保全について

～コンクリート系床版の点検と補修・補強の留意点～

床版小委員会

前川 勉, 藤井 基史



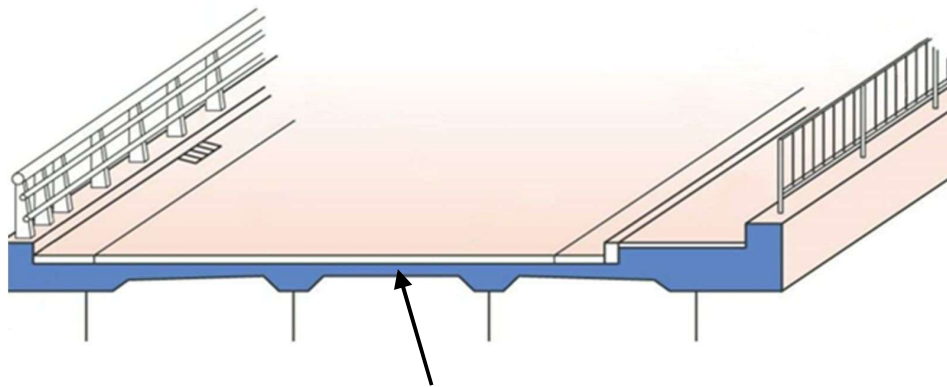
一般社団法人 日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association

1

発表の目次

1. はじめに
2. コンクリート系床版の劣化・損傷メカニズム
3. コンクリート系床版の点検技術
4. コンクリート系床版の点検における実務上の留意点
5. 補修・補強
6. おわりに

1. はじめに



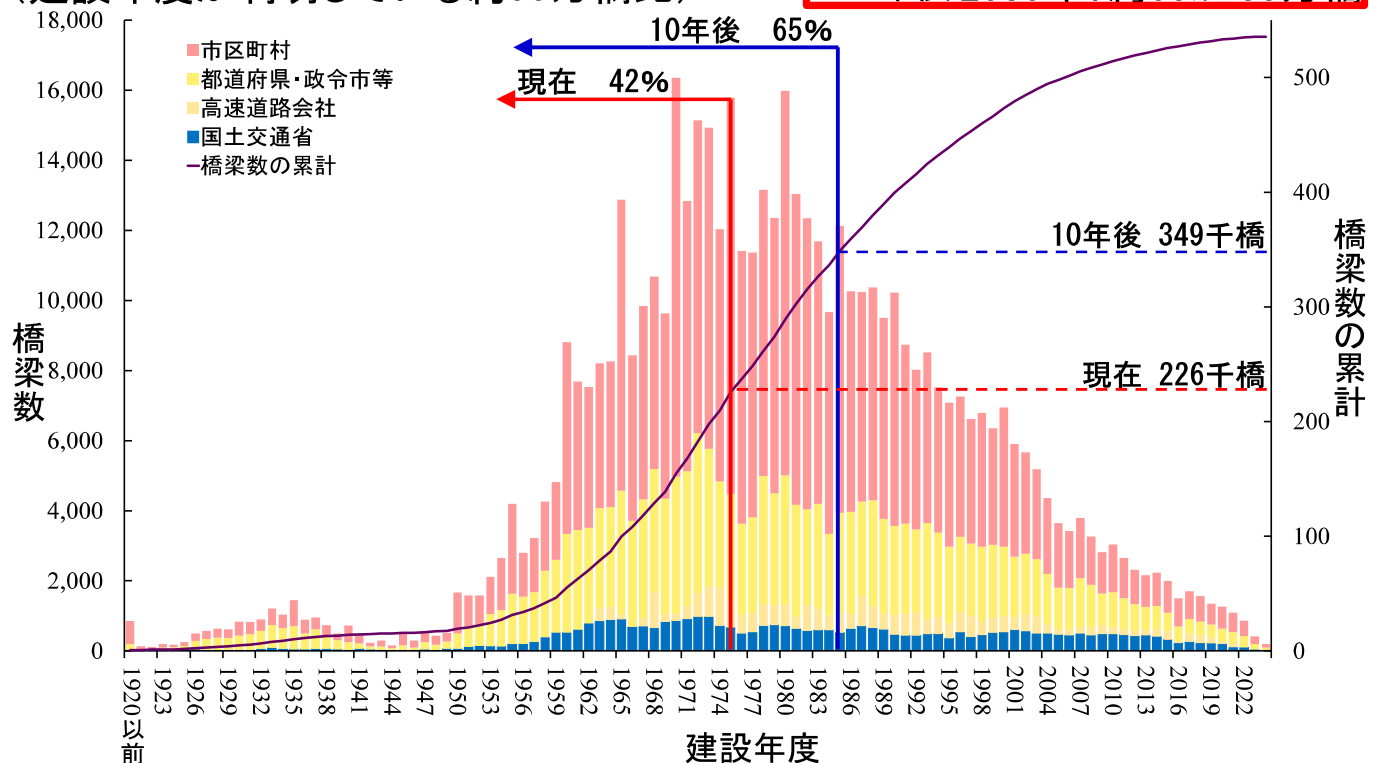
コンクリート系床版

(挿絵は一般的な複数鈹桁橋を示す。)

1 道路橋の現況

建設後50年以上 を経過した橋梁の割合
(建設年度が判明している約53万橋比)

現 在 2025年:約42% 23万橋
10 年後 2035年:約65% 35万橋



出典: 道路メンテナンス年報 国土交通省 道路局 2025年8月 p146 編

1 道路橋の過年度の点検結果（2024年度まで）

2014～2024年度の点検における判定区分の割合

(低) → 劣化損傷の程度 → (高)

全 国	I	II	III	IV
724,259	311,231	359,541	52,864	623

出典：道路メンテナンス年報 国土交通省 道路局 令和7年8月 p17

橋の健全性の判定区分

I：監視や対策を行う必要のない状態をいう。

II：状況に応じて、監視や対策を行うことが望ましい状態をいう。

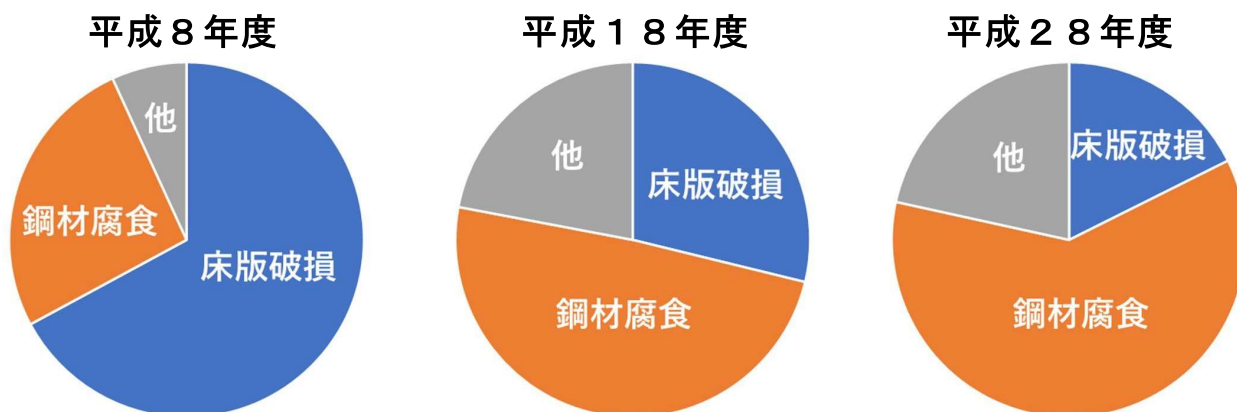
III：早期に監視や対策を行う必要がある状態をいう。

IV：緊急に対策を行う必要がある状態をいう。

道路橋定期点検要領 国土交通省 道路局 平成31年2月 p4

IIIとIV あわせて約7%

1 上部工の損傷による架替え理由の内訳（鋼橋）



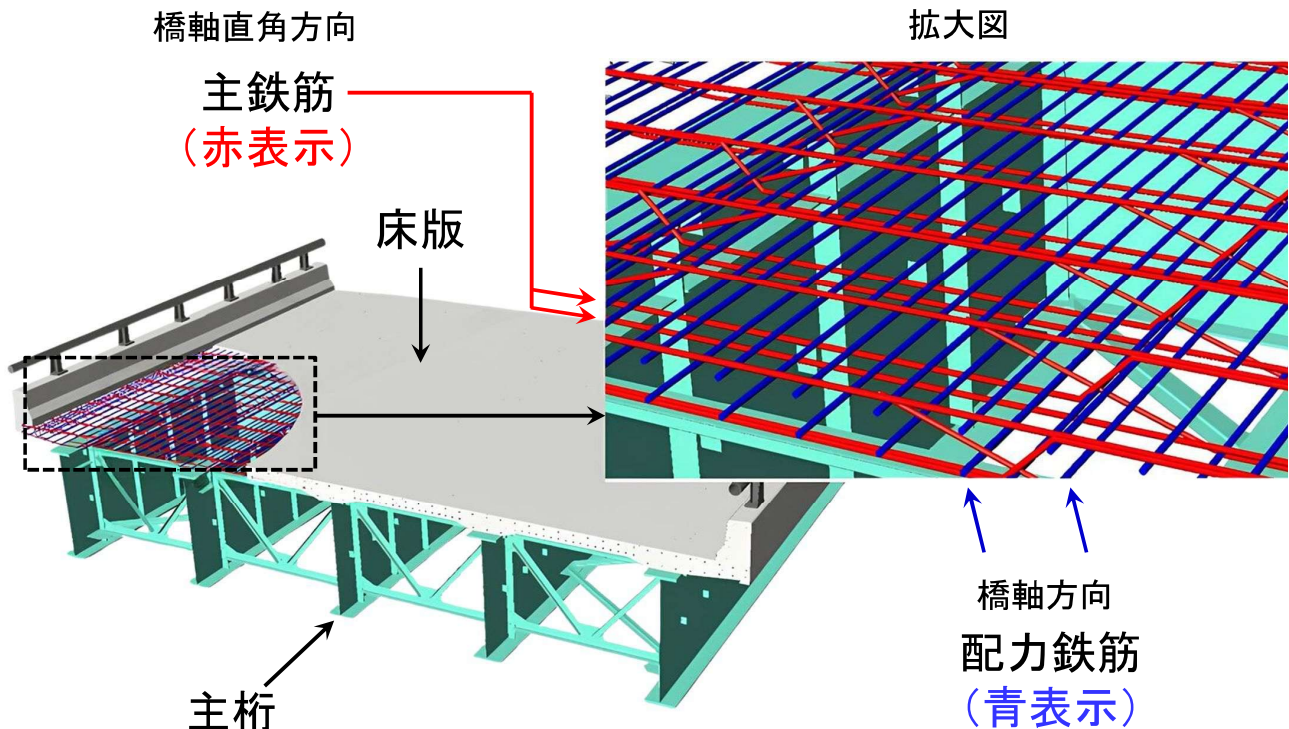
出典：国総研資料第1112号 橋梁の架替に関する調査結果(V) 2020年6月 p I-23 改編

調査年度	床版破損	鋼材腐食	他
平成 8年度(1996年度) 調査	67%(49)	26%(19)	7%(5)
平成18年度(2006年度) 調査	29%(17)	49%(29)	22%(13)
平成28年度(2016年度) 調査	18%(9)	61%(31)	21%(11)

()内数字は橋梁数を示す。

1 コンクリート系床版の種類（その1）

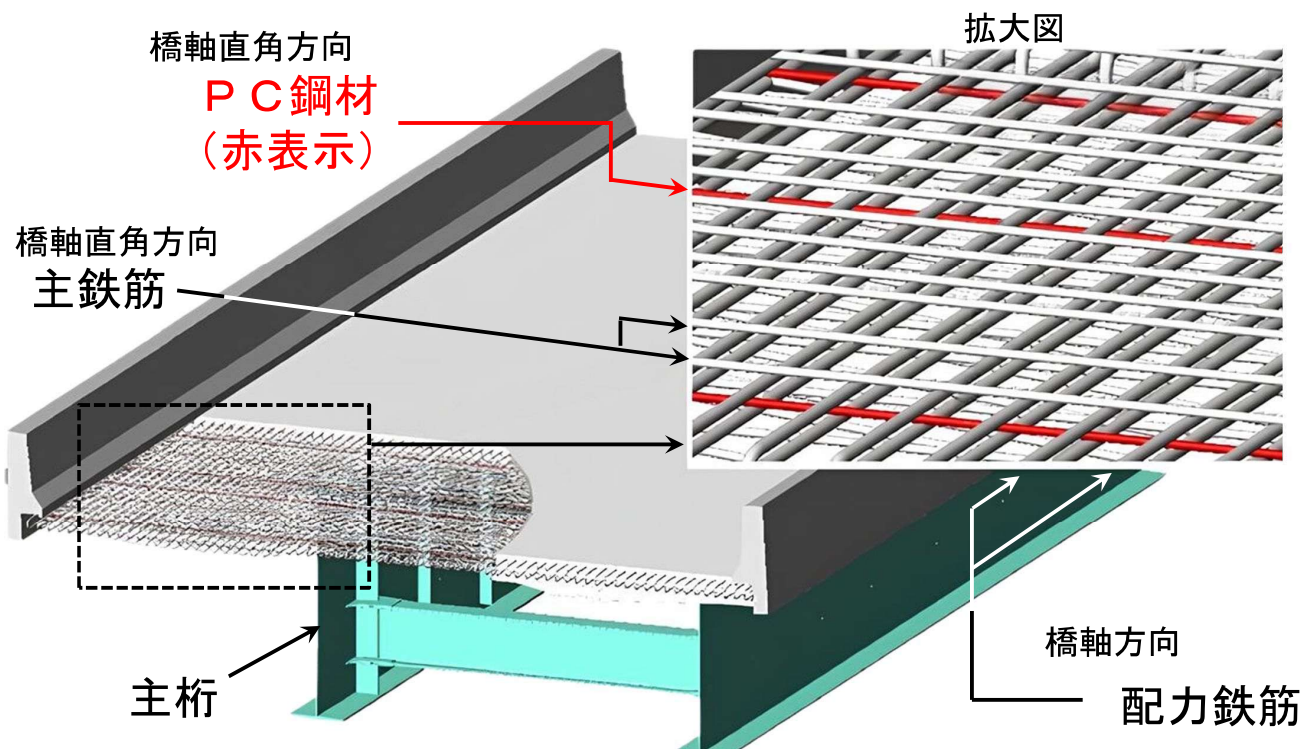
鉄筋コンクリート床版（RC床版）



橋軸方向に配力鉄筋，橋軸直角方向に主鉄筋を配置した床版

1 コンクリート系床版の種類（その2）

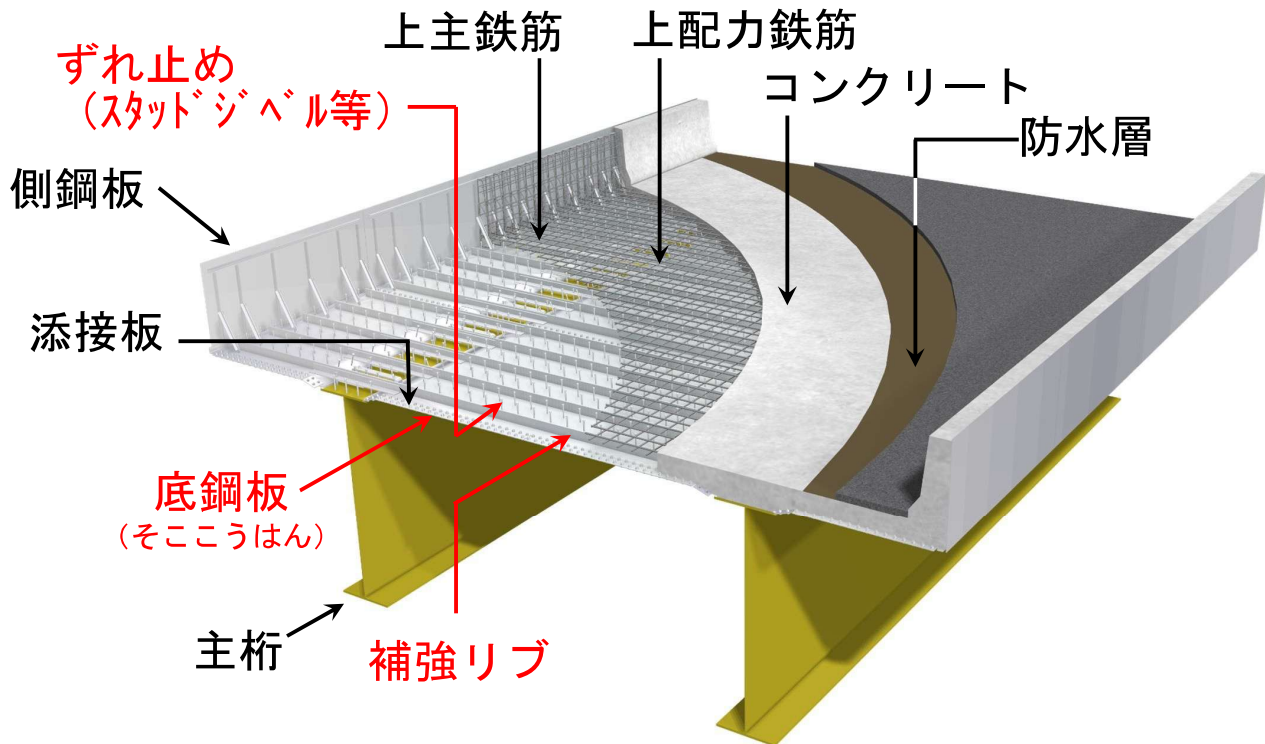
プレストレストコンクリート床版（PC床版）



橋軸直角方向にP C鋼線でプレストレスを導入した床版

1 コンクリート系床版の種類（その3）

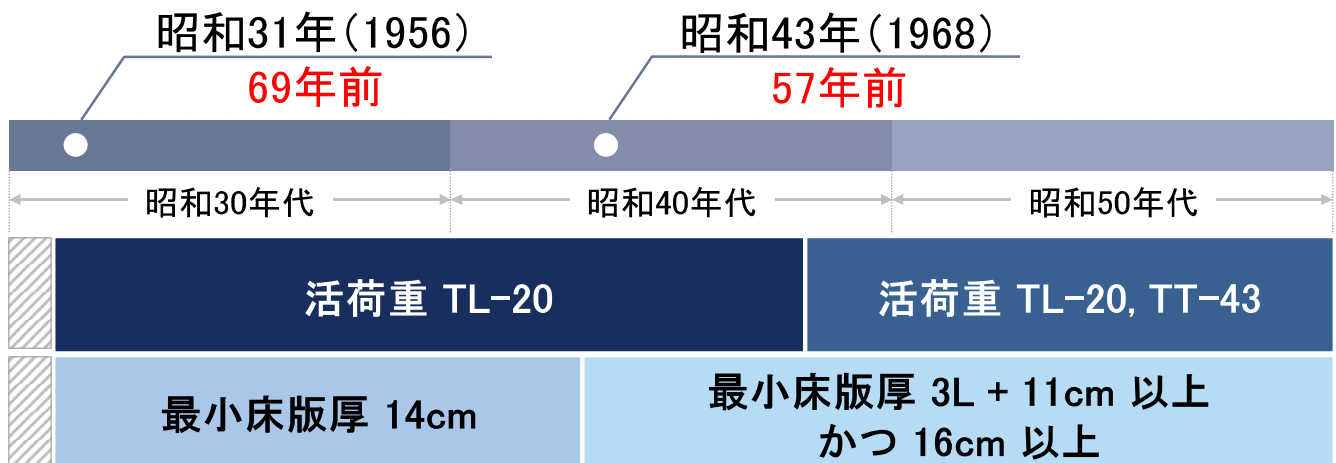
鋼コンクリート合成床版（合成床版）



底鋼板とコンクリートをずれ止めで一体化した床版

1 床版 設計基準の変遷（その1）

床版厚が薄く耐久性が低い床版が建設された時期



昭和31年(1956)
鋼道路橋設計示方書

昭和42～43年(1968～1969)
各種設計要領, 暫定基準

設計活荷重: TL-20

最小床版厚: 14cm

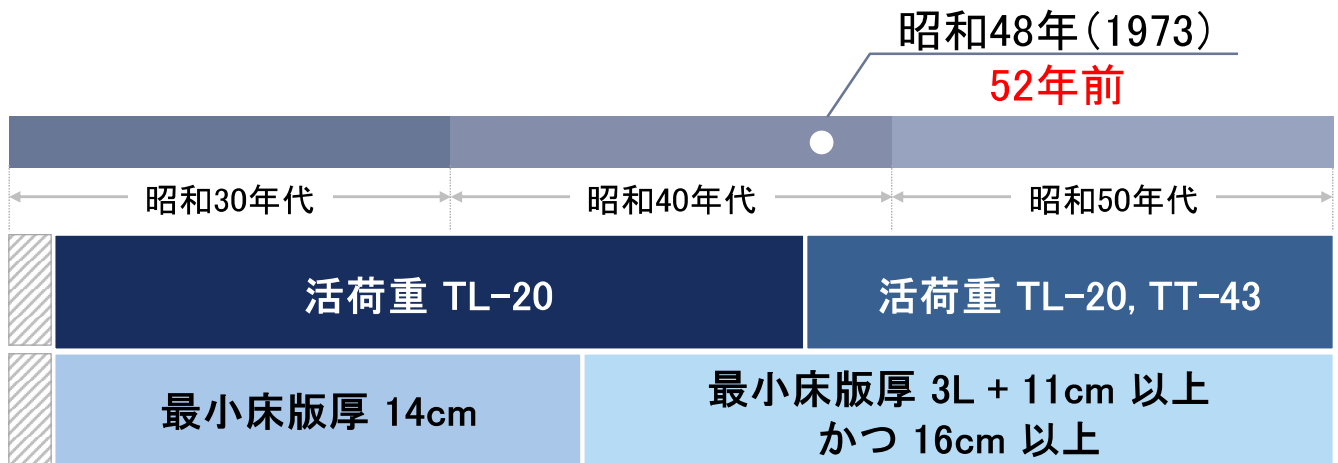
配力鉄筋: 主鉄筋の25%以上

→ $3L + 11\text{cm}$ かつ 16cm 以上

→ 主鉄筋の70%以上

1 床版 設計基準の変遷（その2）

設計活荷重の基準が改定（大型化する車両への対応）



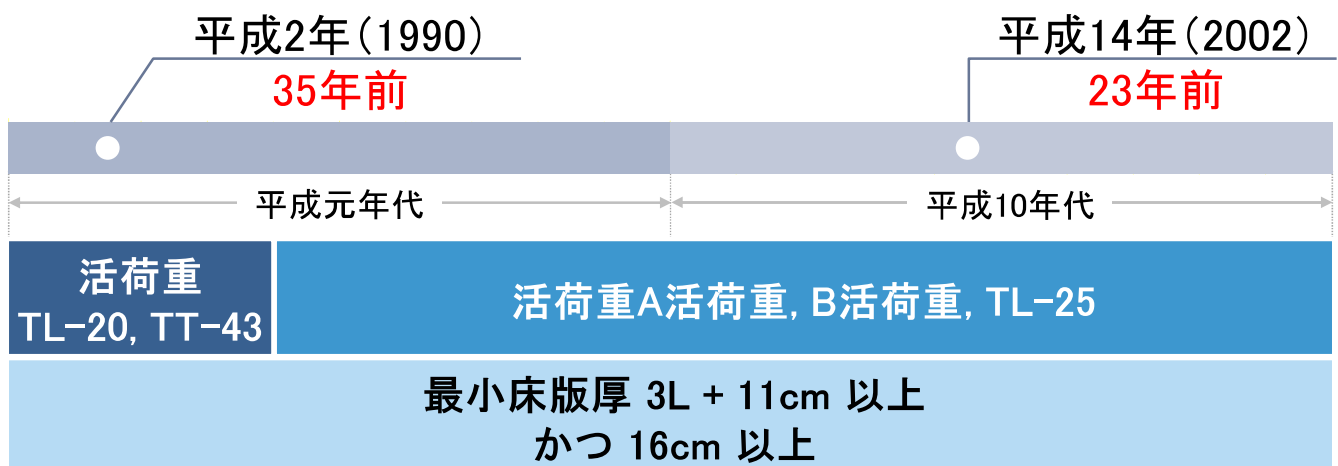
昭和48年 道路橋示方書

【大型車両の通行量に応じた設計】

- ・大型車両の通行量の多い道路では、**設計輪荷重を20%増し**とする。
- ・床版鉄筋の許容応力度の低減 $1800 \rightarrow 1400\text{kg/cm}^2$

1 床版 設計基準の変遷（その3）

凍結防止剤の使用増加, 防水層設置の義務化



- ・平成 2年 スパイクタイヤ粉じん発生防止法（スパイクタイヤ禁止）
凍結防止剤（塩化ナトリウム）使用の増加 → **塩害の増大リスク**
- ・平成14年 道路橋示方書
防水層の設置が規定化される。
→それ以前に建設された床版に防水層未設置の可能性

1 床版 設計基準の変遷（まとめ）

古い時代の床版を診るうえで重要なことは？

POINT
01

現在の設計基準に適合しているか

評価や診断する床版が、
現在の構造的なスペックや耐荷性能を
満たしているか。

POINT
02

防水層が設置されているか

平成14年の規定に従い、
防水層が設置されていて、
床版内部への浸水の心配が無いか。

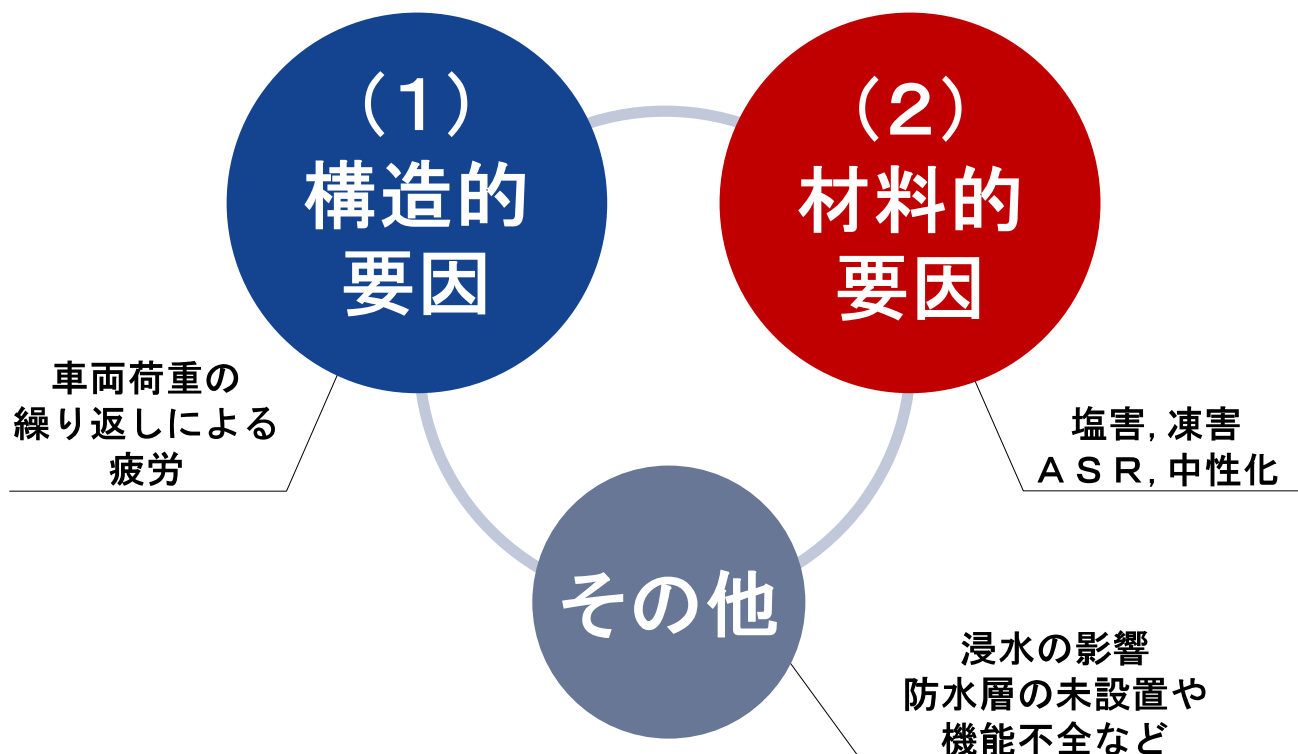
2. コンクリート系床版の劣化・損傷メカニズム



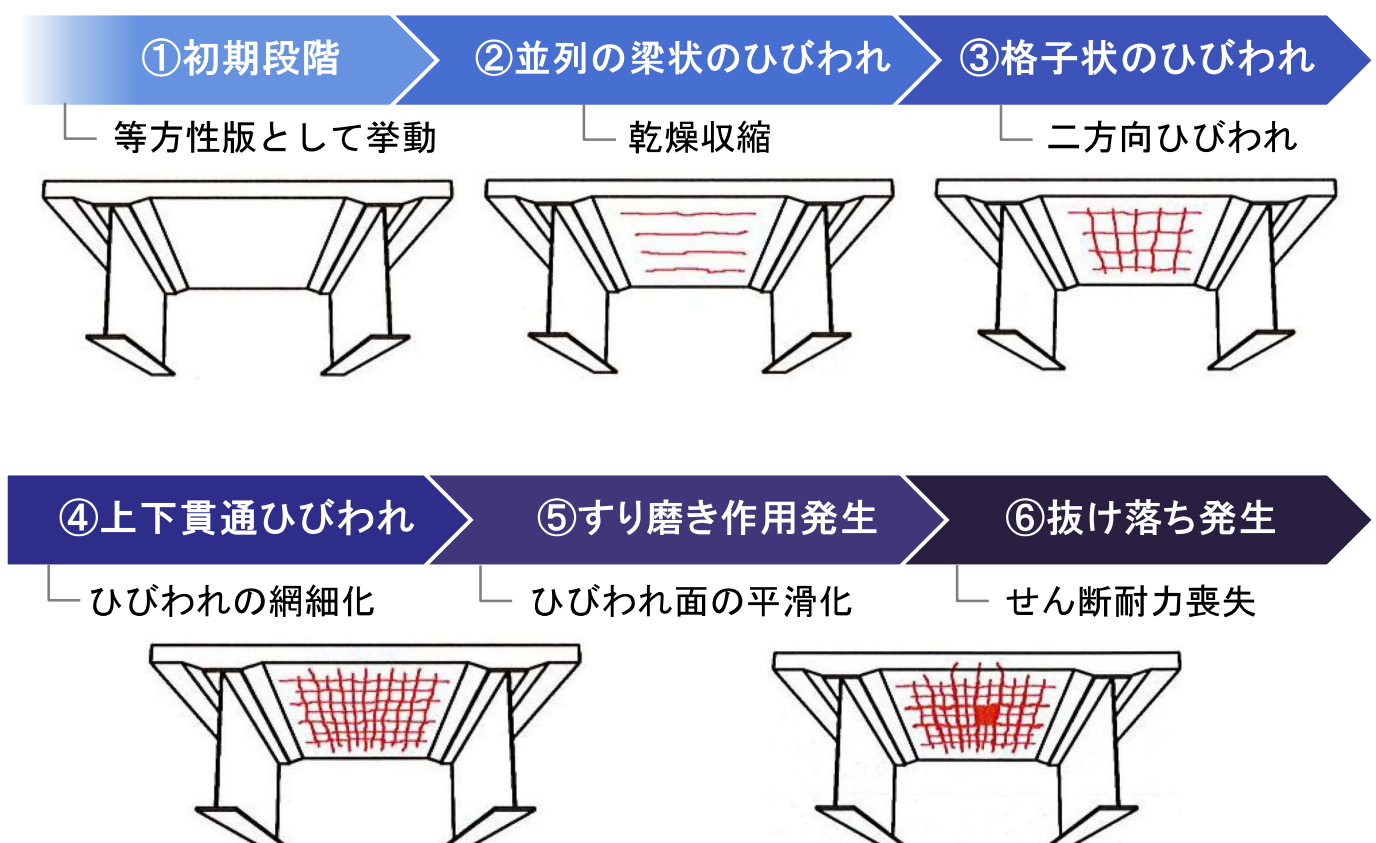
（写真は貫通ひびわれからの遊離石灰）

2 床版の劣化要因

床版の劣化要因は、以下に大別できる。

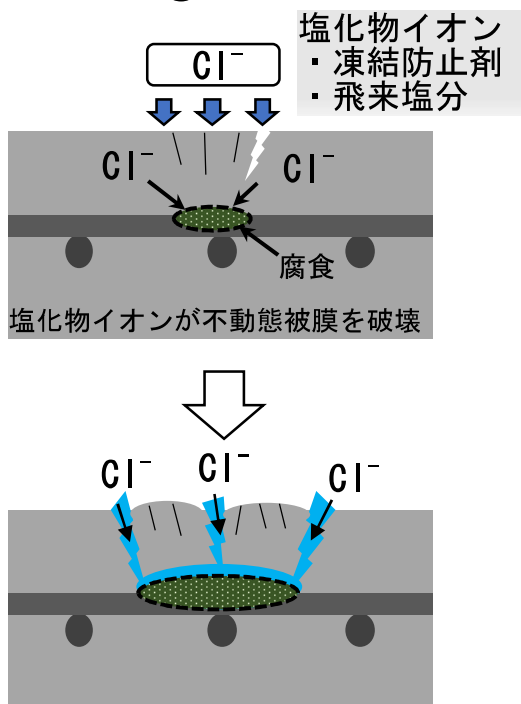


2 (1) 構造的要因 (床版の疲労損傷)



2 (2) 材料的要因 (塩害・凍害)

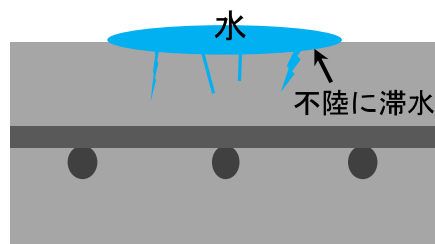
① 塩害



はく離, 剥落,
鉄筋の露出, 鉄筋が腐食して膨張,
ひびわれの拡大, 抜け落ち

② 凍害

滞水で微細なひびわれから浸水



凍結融解の繰り返し

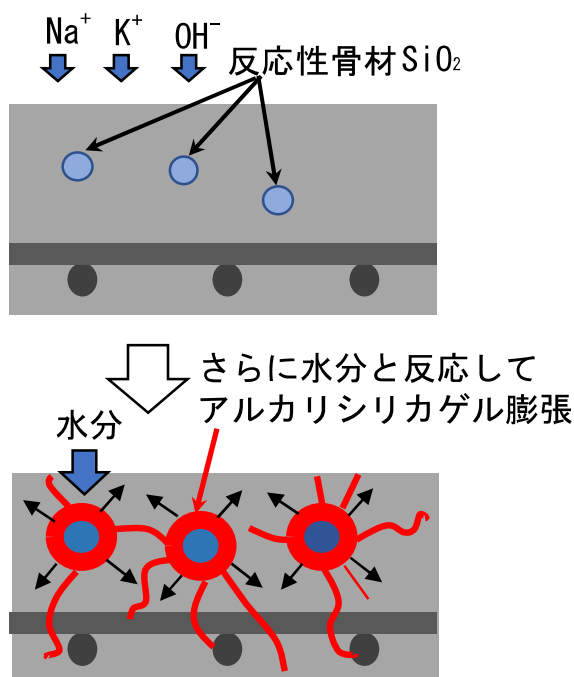
凍結

水分が凍結して膨張

コンクリート表面のスケーリング,
ポップアウト, 土砂化,
微細なひびわれ

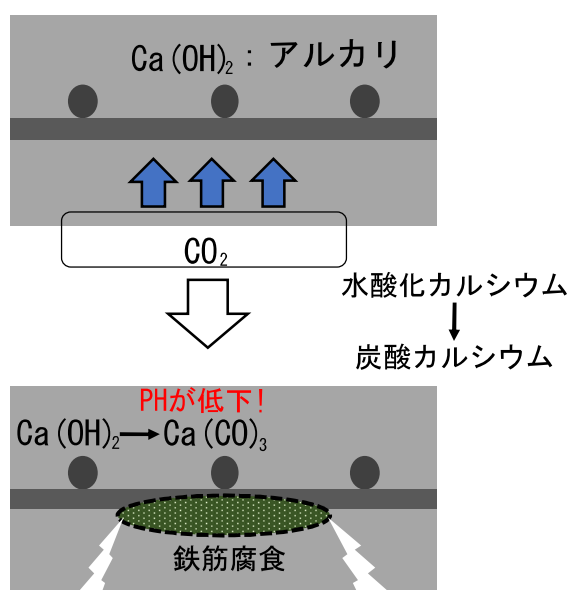
2 (2) 材料的要因 (ASR・中性化)

③ ASR (アルカリシリカ反応)



構造全体にわたるひびわれ,
ポップアウト

④ 中性化



はく離, 剥落, 表面の風化,
鉄筋の露出, 鉄筋の腐食減少,
ひびわれの拡大, 抜け落ち

2 (3) 複合劣化

	要因	状態	劣化損傷
		床版上面 滞水	舗装・防水層損傷
凍害	初期ひびわれ	凍結融解	上面かぶり部 ひびわれ
塩害	凍結防止剤	塩分・水侵入	鉄筋腐食, 水平ひびわれ
疲労	輪荷重作用		ひびわれ, 浸水進行
	ASR	ASR	網細ひびわれ
	中性化	CO ₂	剥落・抜け落ち

舗装損傷により浸水



床版上面土砂化・塩害



床版下面ひびわれ網細化

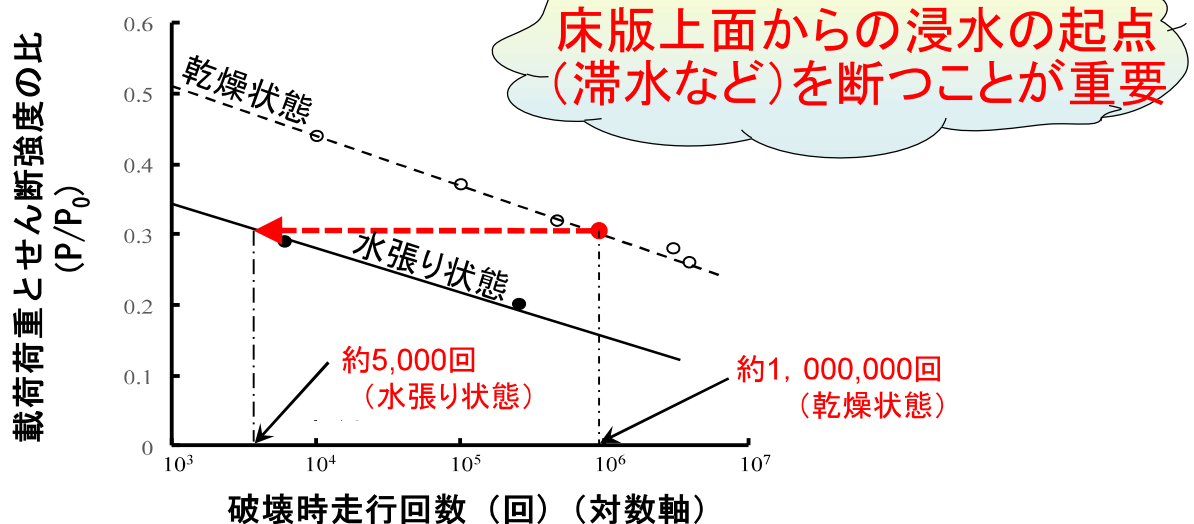


2 (4) 浸水の影響

浸水により床版の劣化の速度はどうか？

水張り状態の場合，疲労劣化に対する脆弱性は乾燥状態の約1/200

長期疲労繰返数の目安を百万回とした。



出典：松井繁之，移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について，
コンクリート工学年次論文報告集 9-2 1987 p632

3. コンクリート系床版の点検技術



(写真はコンクリートハンマによるたたき調査)

3 点検の種類

点検の種類は**3**つに大別される。

日常点検

日常の道路点検で行う、遠望目視、異常察知

定期点検

5年に1度の法定点検、近接目視

詳細調査

定期点検で異常が確認された場合に行う。
異常箇所を抽出し、非破壊検査等を実施する。
将来的な劣化の程度を想定したうえで、
適切に実施されるのが良い。

(1) 日常点検

3 (1) 日常点検

目視(遠望目視でもよい)で異常箇所を察知する。

排水桧が草で覆われている。



排水桧に草が詰まっている。
周辺に滞水跡

伸縮装置端部の排水流末部に、
常時滞水



伸縮装置部の常時滞水

地覆ひびわれから
床版内部に浸水する。



地覆のひびわれ

【床版上面】

排水桧の滞水
伸縮装置の滞水
路面凹凸異常
地覆ひびわれ

【床版下面】

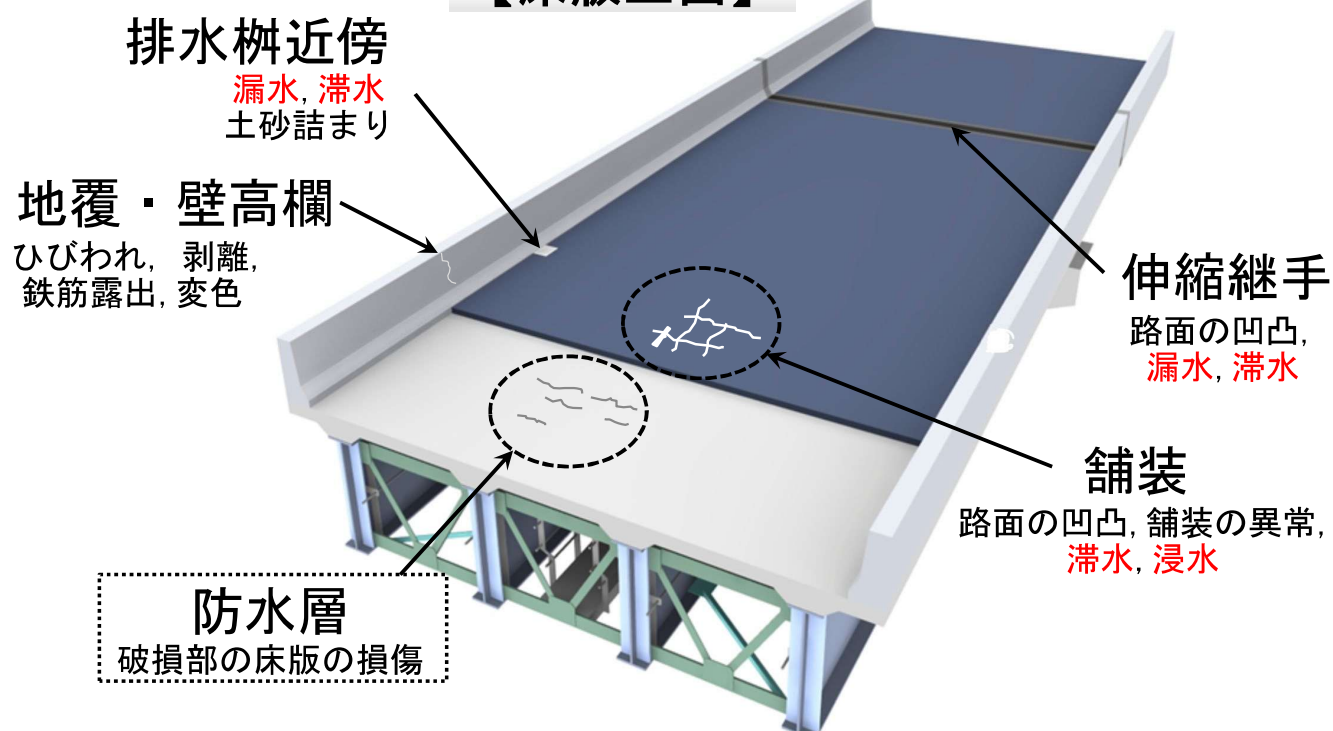
排水装置流末部
伸縮装置下面
路面異常の裏側

(2) 定期点検

3 (2) 定期点検(その1)

近接目視で劣化損傷箇所を調査・判定・見立てを行う。

【床版上面】



3 (2) 定期点検(その2)

【床版下面】

床版支間部

ひびわれ, 剥離, 鉄筋露出,
漏水, 遊離石灰, 抜け落ち

床版張出部

ひびわれ, 剥離, 鉄筋露出,
漏水, 遊離石灰

排水装置の近傍

漏水, 遊離石灰



排水管周辺の
拡大図

伸縮継手

漏水, 滞水, 異音

(3) 詳細調査

3 (3) 詳細調査

調査項目	主な調査方法
床版の空洞, 浮き	打音法, 超音波法, 赤外線法
ひびわれ発生状況	外観目視, 近接目視, 写真画像法
ひびわれ幅	ルーペ, クラックスケール
鉄筋の位置やかぶり	電磁波レーダ法
床版のたわみ	直接載荷試験, 衝撃加振試験

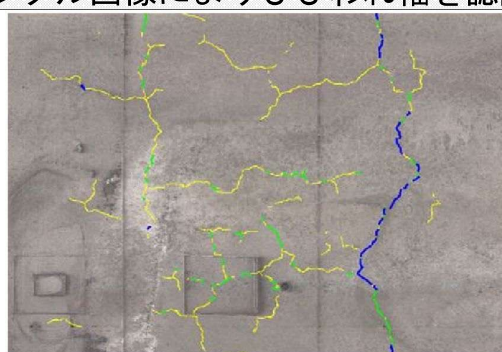
3 (3) 詳細調査 (①場所の特定)

損傷個所に近接し, **劣化箇所や劣化範囲を把握する**必要がある。

RC床版のひびわれ状況
デジタル画像によりひびわれ幅を認識する。

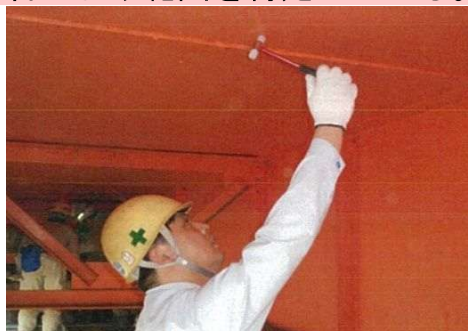


該当箇所に近接する。



合成床版のたたき点検状況
打音により範囲を特定している。

詳細調査に移行する。



3 (3) 詳細調査 (②弾性波法)

コンクリート表面で弾性波を発信し、到達した波形で内部欠陥の位置と種類を推定する方法である。

弾性波の周波数により、打音法、超音波法、衝撃弾性波法、AE法がある。(床版では打音法、超音波法が多く用いられる。)

合成床版での打音発生状況



ハンマ打撃で
弾性波発信

打音法 (20kHz未満)

床版上面での超音波検査



波形解析

超音波発信・受信

超音波法 (20kHz以上)

3 (3) 詳細調査 (③電磁波レーダ法_車載走行型)

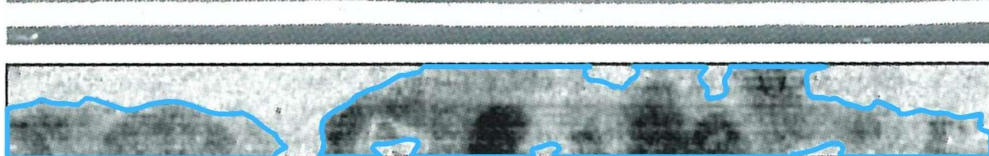


電磁波レーダ搭載の車両が走行し、舗装よりも下側に生じている床版の滞水、土砂化、コンクリート内部の異常などを検出する。

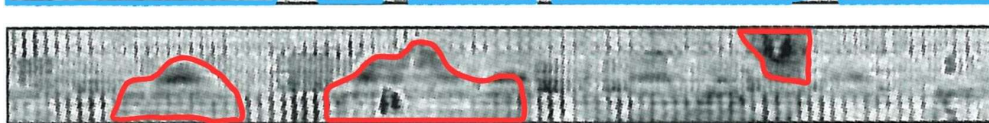
路面
(写真映像)



床版内部の滞水



上かぶり土砂化



下鉄筋付近異常

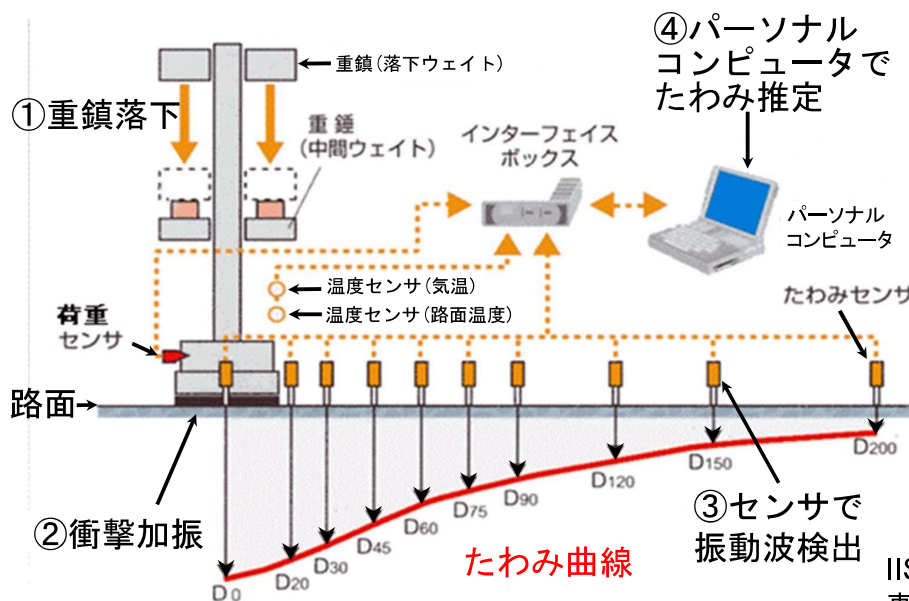


ジオ・サーチ (株) 「スケルカ®」

3 (3)詳細調査 (④たわみ計測)

衝撃加振によるたわみ計測(FWD・IISなど)

床版の劣化による断面性能の低下は、たわみ計測で調査する。
舗装健全性の調査にも用いるIISやFWDなどでたわみ推定ができる。



衝撃加振試験の様子

IIS: インパルス・インプット・システム
東京都土木技術支援・人材育成センター

FWD: フォーリング・ウェイト・デフレクトメータ (一社) 日本道路建設業協会

4. コンクリート系床版の点検における実務上の留意点

様式3

特定事象の有無、健全性の診断に関する所見

該当部位	特定事象の有無 (有もしくは無)						健全性の診断の区分の前提	特記事項 (第三者被害の可能性に対する 応急措置の実施の有無等)
	疲労	塩害	アルカリ 骨材反応	防食機能 の低下	洗掘	その他		
上部構造								
下部構造								
上下部接続部								
その他(フェールセーフ)								
その他(伸縮装置)								

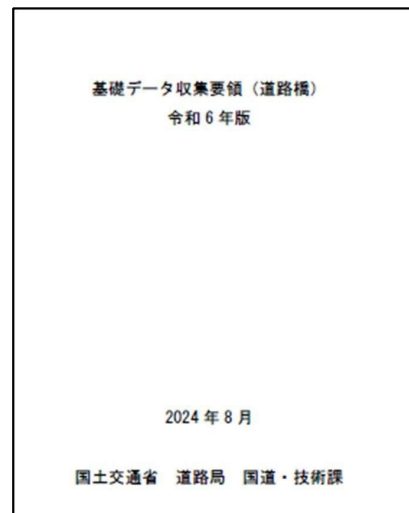
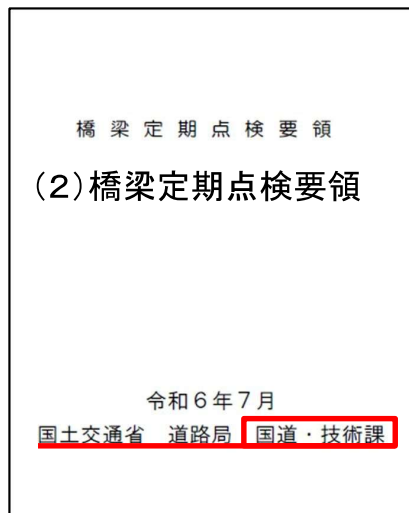
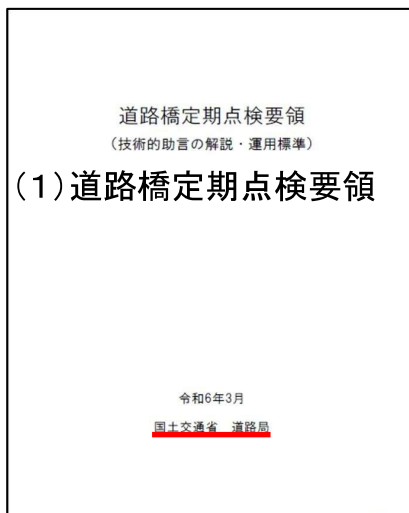
(挿絵は令和6年3月 道路橋定期点検要領 様式3の一部)

4 道路橋の定期点検に適用される要領

法令(定期点検)の
目的を達成するための
必要最低限度の
要領

道路橋定期点検要領を
基本に、より詳細な要領
**国土交通省が管理する
道路橋に適用**

維持管理のための
基礎的なデータを
収集、整理する上で
参考となる指針



4 道路橋 定期点検要領

2024年の改定の目的⇒**点検の質の確保, 点検の合理化**

1, 概略的な評価(様式1)

構造区分ごとに A, B, C, 評価(見立て)

次回点検時期までに、過大な活荷重・地震・洪水などの
状況に対しどのようなようになるか推定



2, 特定事象の有無, 健全性の診断に対する所見(様式3)

特定事象等の有無の評価, 所見の記述

「疲労」「塩害」「ASR」「防食」など

【重要なポイント】

- ・ 見立て, 所見の記述は, **必要な知識と技能を有する者が行う。**
- ・ 道路管理者が行う判断(健全性の診断区分の決定)と措置の決定に, 有用な所見・見立てであること。



4 橋梁 定期点検要領

1. 橋の性能の推定

- ① 耐荷性能の推定
構造区分ごとに A, B, C 評価(所見も記述)
次回定期点検までに、過大な活荷重・地震・洪水などの状況に対し
どのようになるかを推定する。
- ② 特定事象等の有無の評価
「疲労」「塩害」「ASR」「防食」など(所見も記述)
- ③ その他(部材群の耐荷性能, フェールセーフ)

2. 状態の把握

損傷程度の評価
(基礎データ収集要領参照)

3. 措置の必要性の検討

緊急・維持管理・詳細調査の必要性を検討
E, M, S1, S2

4. 点検診断結果の記録

道路管理者が規定する
所定の書式有

5. 第三者被害の予防

例えば,
床版コンクリートの剥落による落下の防止

4 床版損傷の着眼点 - 損傷程度の評価 その1 -

コンクリート床版の損傷程度の評価の基本は、まず、
ひびわれ幅と格子の大きさに着目する。

評価の目安				
損傷 程度 評価	1方向ひびわれ		2方向ひびわれ	
	状態	ひびわれ	状態	ひびわれ
a		損傷なし		
b		最小間隔は概ね 1m 以上 最大ひびわれ幅は 0.05mm 以下 (ヘアークラック)		
c		ひびわれ幅は 0.1mm 以下 (一部には 0.1mm 以上が存在)		格子の大きさが 0.5m 程度以上 ひびわれ幅は 0.1mm 以下 (一部には 0.1mm 以上が存在)
d		間隔は問わない ひびわれ幅は 0.2mm 以下 (一部には 0.2mm 以上が存在)		格子の大きさが 0.5~0.2m ひびわれ幅は 0.2mm 以下 (一部には 0.2mm 以上が存在)

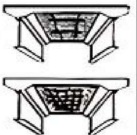
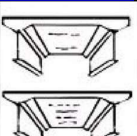
1方向ひびわれ
ひびわれ幅 **0.05mm 以下**

ひびわれ幅 **0.1mm 以下**
格子の大きさ **50cm 以上**

ひびわれ幅 **0.2mm 以下**
格子の大きさ **20cm ~ 50cm**

4 床版損傷の着眼点 -損傷程度の評価 その2-

漏水を伴う場合は、損傷がかなり進行していることが多い。

評価の目安				
損傷 程度 評価	1方向ひびわれ		2方向ひびわれ	
	状態	ひびわれ	状態	ひびわれ
d		最大ひびわれ幅は0.2mm以下 (一部には0.2mm以上が存在)		ひびわれ幅は0.2mm以下 (一部には0.2mm以上が存在)
	間隔は 間わない	ひびわれ幅は0.2mm以上が目立つ (部分的な角落ちも見られる)	格子の大きさが0.2m以下	ひびわれ幅は0.2mm以上が目立つ (部分的な角落ちも見られる)
e		ひびわれ幅は0.2mm以上が目立つ (部分的な角落ちも見られる)		ひびわれ幅は0.2mm以上が目立つ (部分的な角落ちも見られる)
	間隔は 間わない	格子の大きさが0.2m以下	格子の大きさが0.2m以下	ひびわれ幅は0.2mm以上が目立つ (部分的な角落ちも見られる)

ひびわれ幅0.2mm以下
漏水伴うでは、格子大きさ不問

ひびわれ幅0.2mm以上
漏水伴うでは、格子大きさ不問

出典：基礎データ収集要領（道路橋）令和6年版 国土交通省 道路局 国道・技術課 令和6年8月

4 措置の必要性の検討

道路管理者による措置の必要の判断

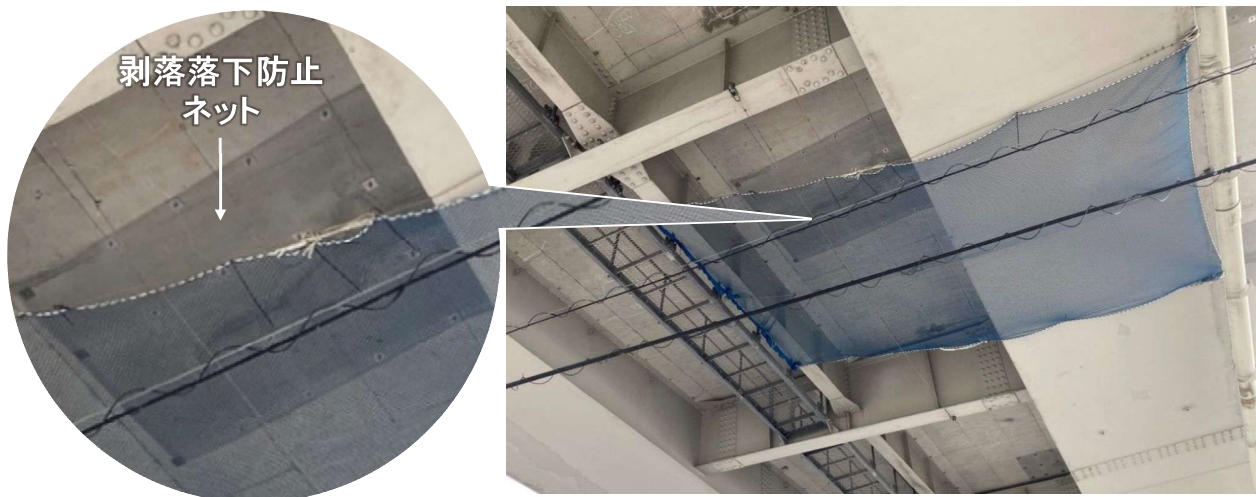
判定の区分	判定の内容
E	緊急対応が必要となる場合 (床版コンクリートの抜け落ちなど)
M	維持工事等での対応が必要となる場合 (土砂詰まりなど)
S1	詳細調査が必要である場合 (アルカリシリカ反応の疑いなど)
S2	追跡調査が必要である場合 (乾燥収縮によるコンクリートの表面のひびわれなど)

出典：橋梁定期点検要領 国土交通省 道路局 国道・技術課 令和6年8月 p47

4 被害の予防の事例

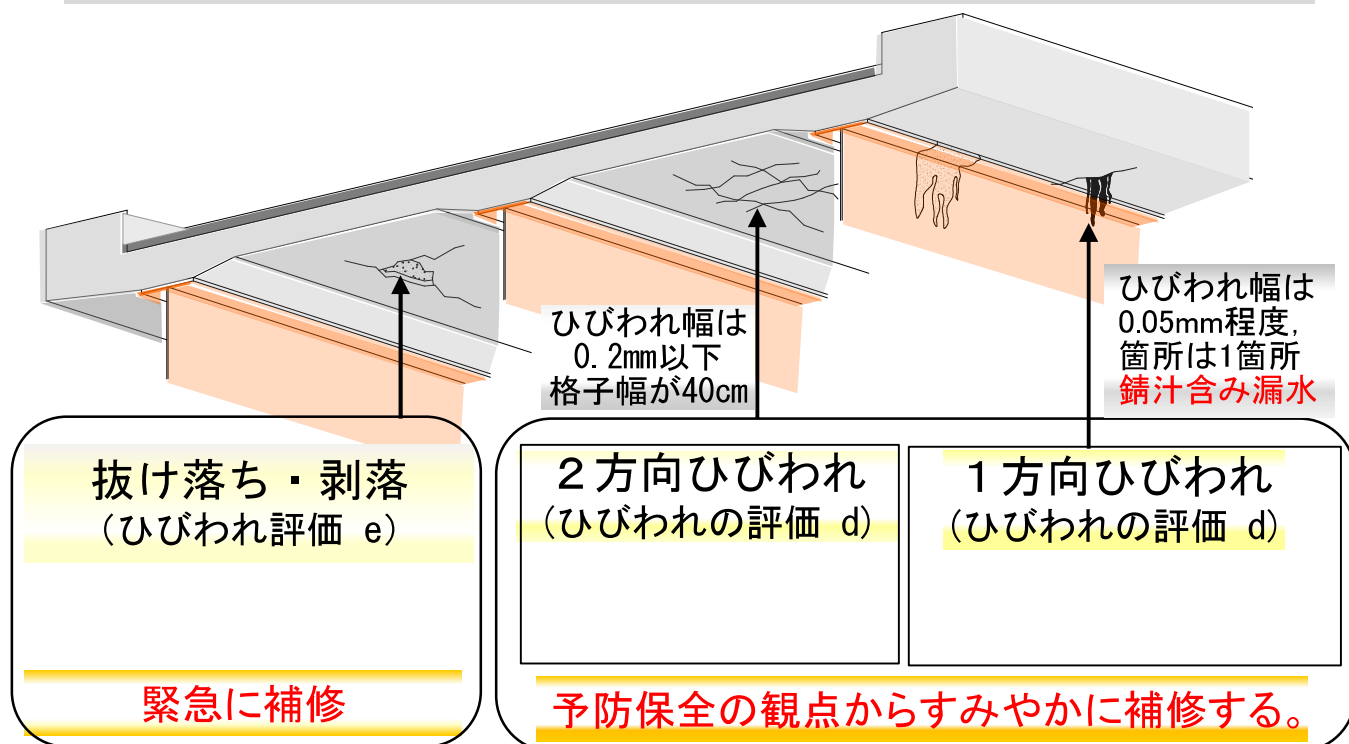
危険性 床版コンクリートが剥落
→高架橋下の交差道路で事故が発生する恐れあり

措置 床版コンクリートの剥落落下防止ネットを設置
→高架橋下の通行の安全性を確保



4 劣化診断の例

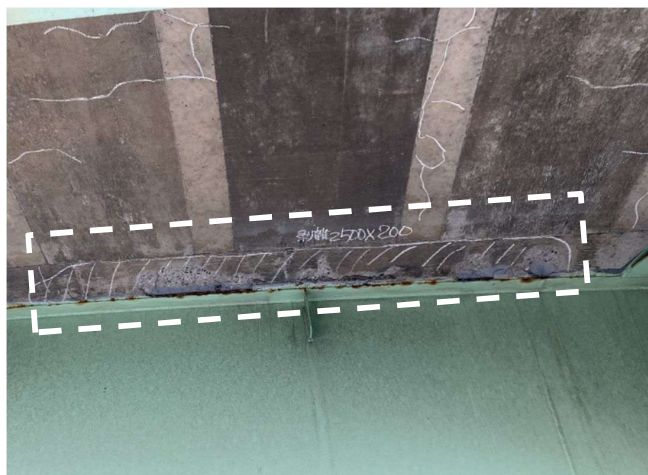
床版の劣化診断の参考例題(部材単位, 箇所単位ごと)



(注) 上記診断は、参考です。評価にあたっては個別条件に応じて判断してください。

4 床版の損傷と診断(その1)

ハンチ部かぶり剥落・漏水ナシ
要因: かぶり不足



かぶり剥落・鉄筋腐食
要因: 中性化・かぶり不足

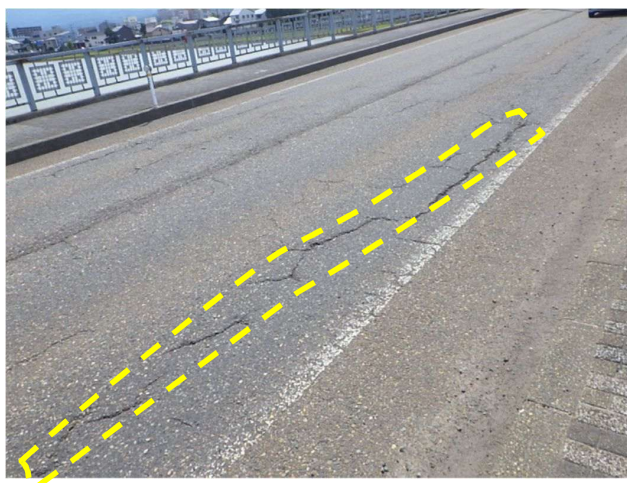


予防保全の観点から、**補修する**ことが望ましい。

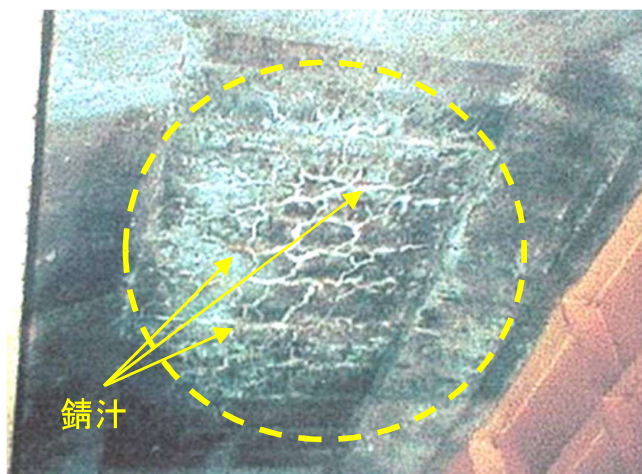
(注) 上記診断は、参考です。評価にあたっては個別条件に応じて判断してください。

4 床版の損傷と診断(その2)

路面陥没・舗装損傷
想定: 浸水による床版上面劣化



網細格子ひびわれ・漏水(錆混)
要因: 疲労・塩害



詳細調査を行う。
(舗装下を調査)

緊急に補修するなどの対応が必要。

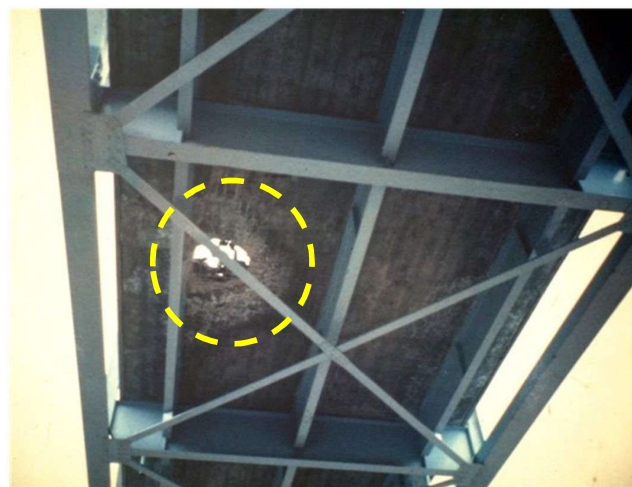
(注) 上記診断は、参考です。評価にあたっては個別条件に応じて判断してください。

4 床版の損傷と診断(その3)

土砂化・ポットホール・泥水
要因: 防水層損傷・浸水・凍害



抜け落ち
要因: 疲労・塩害(複合劣化)



緊急に補修する。

補修, もしくは床版上部の打替えが必要。

(注) 上記診断は, 参考です。評価にあたっては個別条件に応じて判断してください。

5. 補修・補強



(写真は注入工法の実施状況)

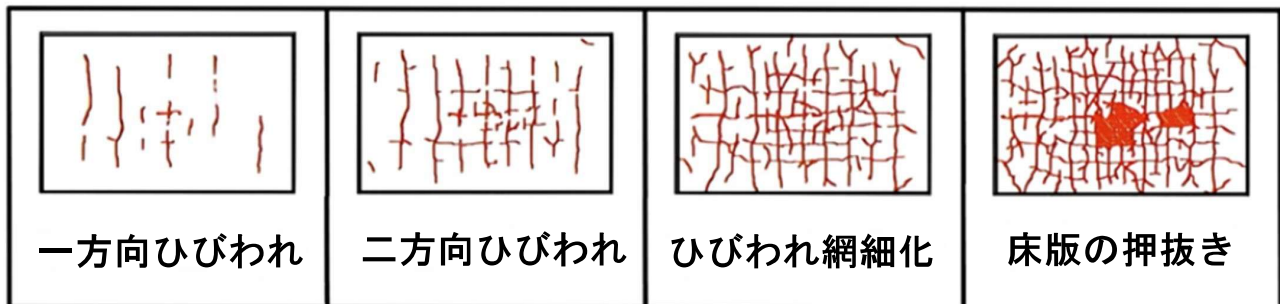
出典: 道路橋床版の維持管理マニュアル2020 (公社)土木学会

5 補修・補強・取替えとは

補 修: 構造を変えることなく, 変状の生じた床版の性能を回復させる。

補 強: 構造の変更を伴って, 力学的性能を初期よりも向上させる。

取替え: 床版全体を取り替える, 床版の一部(部分)を打ち替える。



補 修

補 強

取替え

出典: コンクリート標準示方書 維持管理編 (公社)土木学会 編

5 補修工法

補修工法

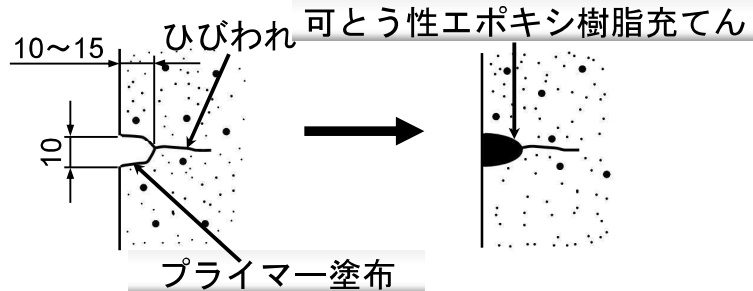
表面被覆工法
ひびわれ注入工法
充てん工法 ※
断面修復工法 ※
剥落防止工法

※は, 本発表会での紹介工法を示す。

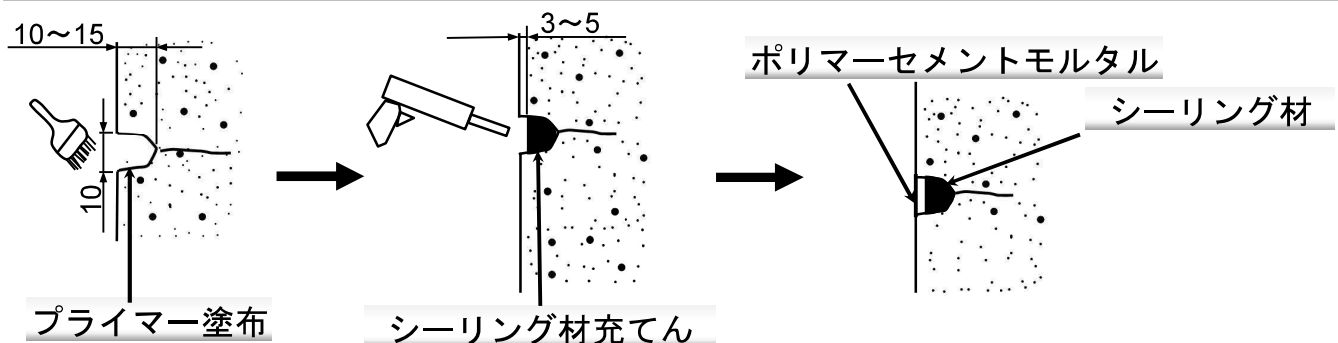
5 補修工法（その1）

充てん工法（ひびわれ幅1.0mm以上）

- ① **可とう性エポキシ樹脂**を用いる場合：ひびわれの動きが小さい。



- ② **シーリング材（ポリウレタン系等）**を用いる場合：ひびわれの動きがある。



出典：コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針（公社）日本コンクリート工学会

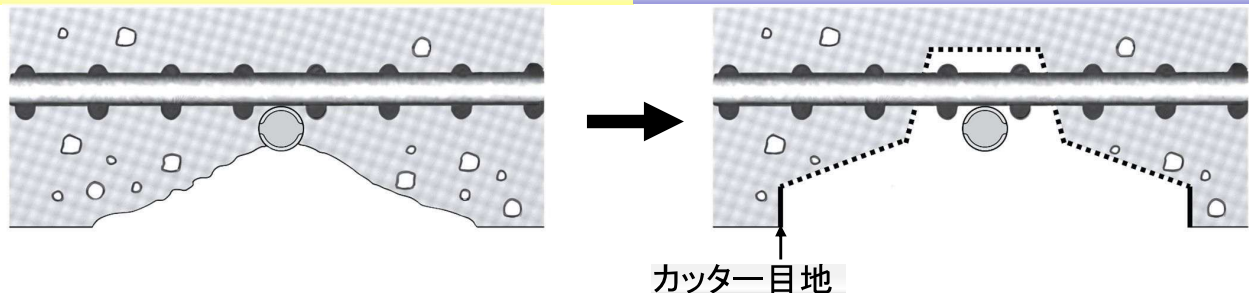
5 補修工法（その2）

断面修復工法

（鉄筋が著しく腐食，あるいはコンクリートが欠損しているなどのとき）

鉄筋が著しく腐食している，あるいは
コンクリートが一部欠損している状態

鉄筋が完全に露出するまで，
コンクリートをはつり，除去させた状態



はつり箇所の周囲にカッター目地を入れる。

鉄筋のさび落とし，清浄，鉄筋表面に防錆材塗布を行う。

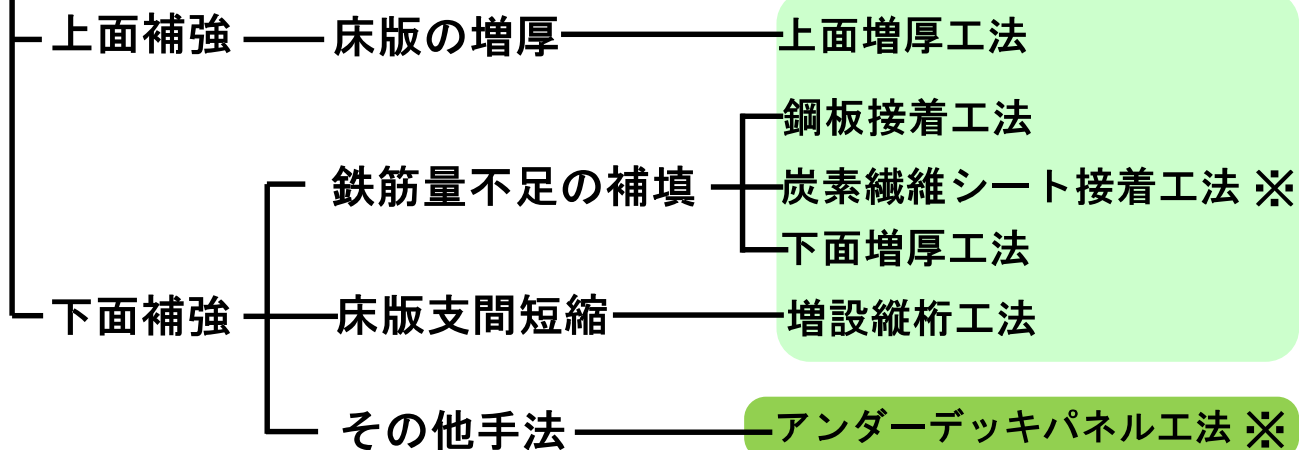
ポリマーセメントモルタルなどの**セメント系材料**をコンクリート欠損部に，充てんする。

なお，コンクリートのはつり形状については，単純化した。

出典：コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針（公社）日本コンクリート工学会 編

5 補強工法

補強工法



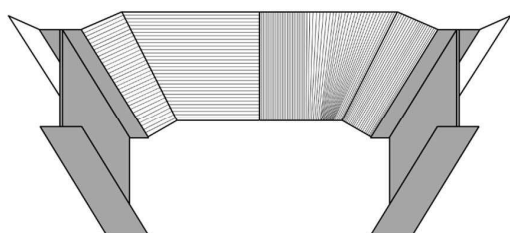
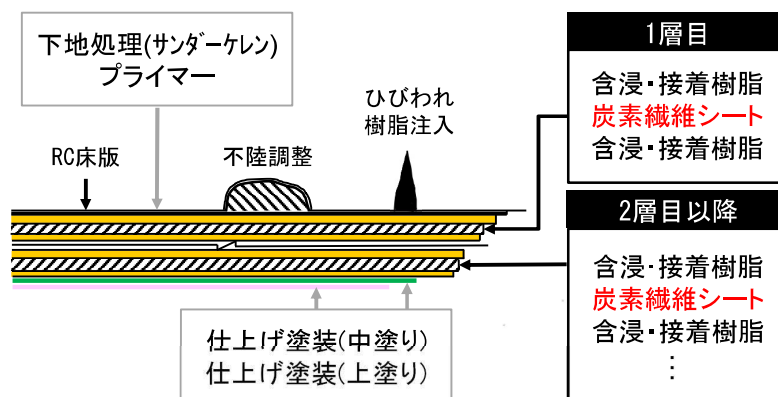
※は、本発表会での紹介工法を示す。

5 補強工法（その1）

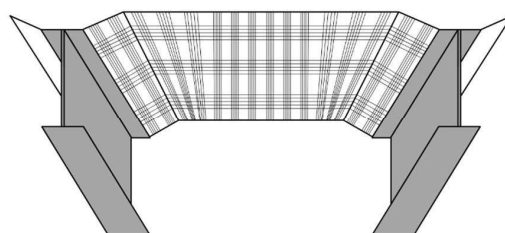
炭素繊維シート接着工法

- ・床版の耐荷力の向上
- ・ひびわれの発生や進行を防止
- ・疲労劣化を抑制

床版下面の不陸調整，
ひびわれ補修を最初に行う。
引張面へ炭素繊維シートを
エポキシ樹脂などの接着剤を含浸
させながら積層し，床版と一体化



【全面貼り】



【格子貼り】

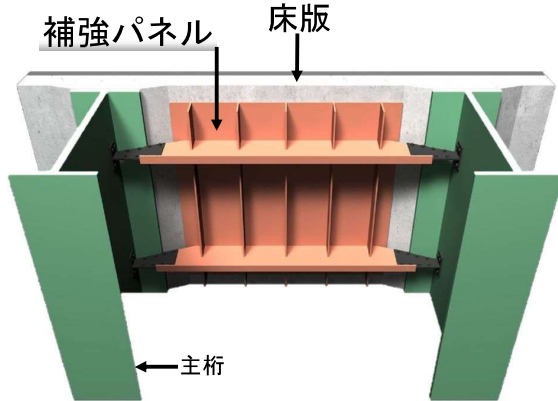
出典：道路橋床版の維持管理マニュアル2020（公社）土木学会 編

5 補強工法（その2）

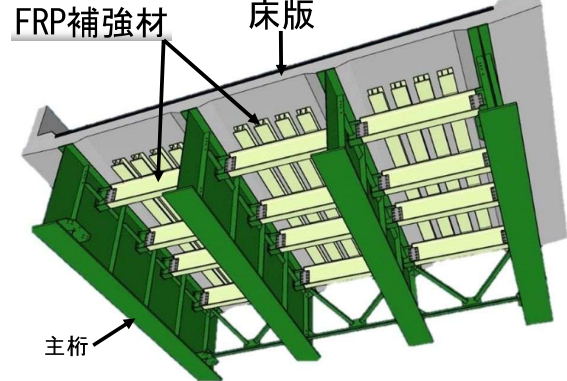
アンダーデッキパネル工法

床版コンクリート下面に補強パネルや補強材を設置して、支持することで床版の変形を抑え、疲労耐久性を向上させる。
延命工法として、損傷段階が進行していても適用可能である。

【鋼製補強パネルタイプ】



【FRP補強材タイプ】

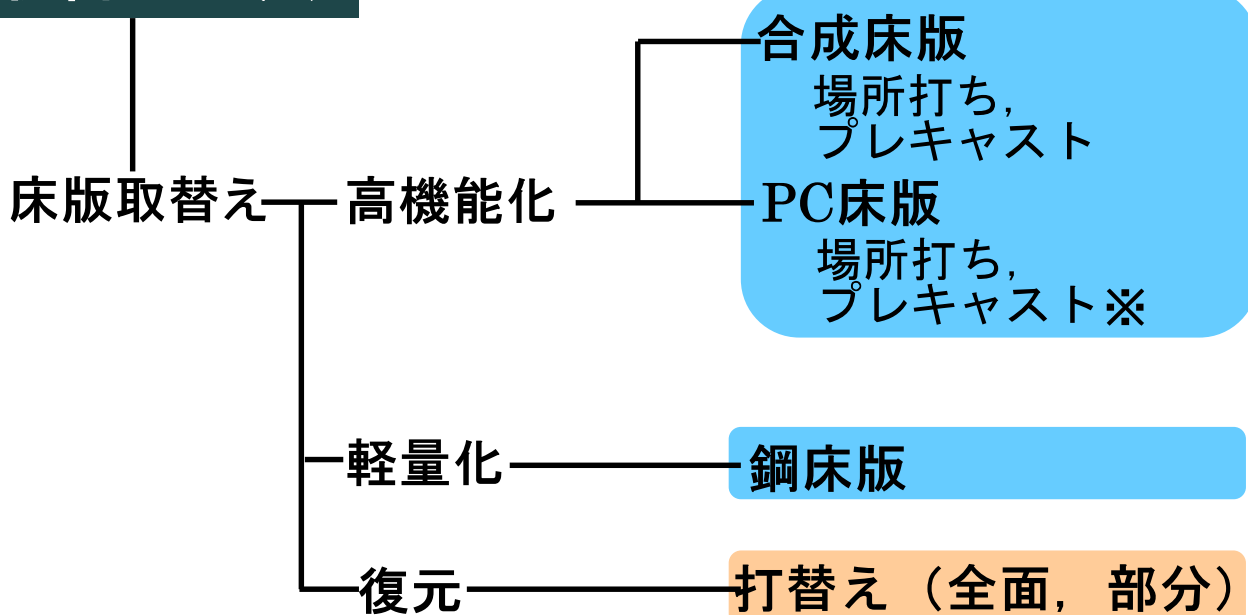


◀ 実施工例 ▶



5 取替え工法

取替え工法



※は、本発表会での紹介工法を示す。

5 床版取替えの具体的方法

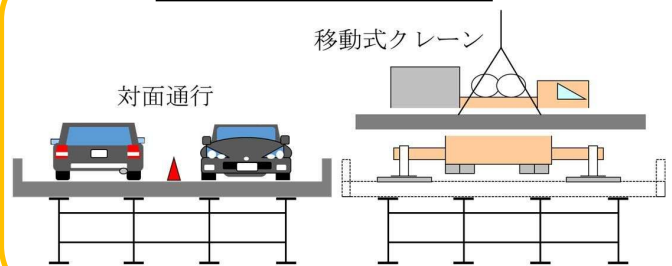
高機能化する場合、
プレキャスト製の床版が多く用いられる。

規制できる交通の条件により、
全幅員取替えと**幅員分割取替え**がある。

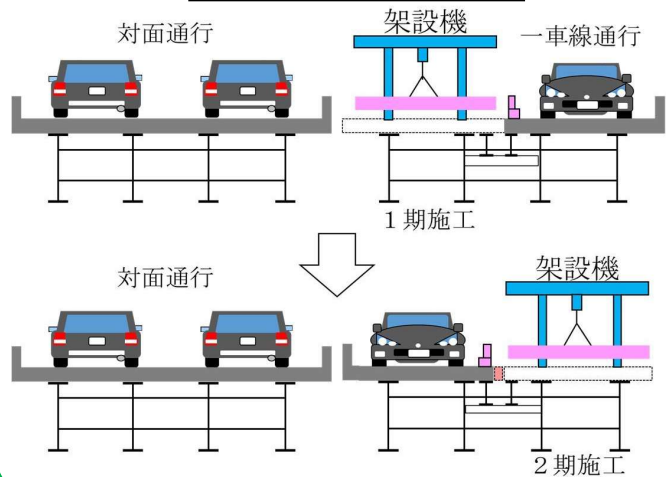


プレキャストPC床版架設状況

全幅員施工（一括断面）



幅員分割施工（半断面）



5 床版取替えの事例

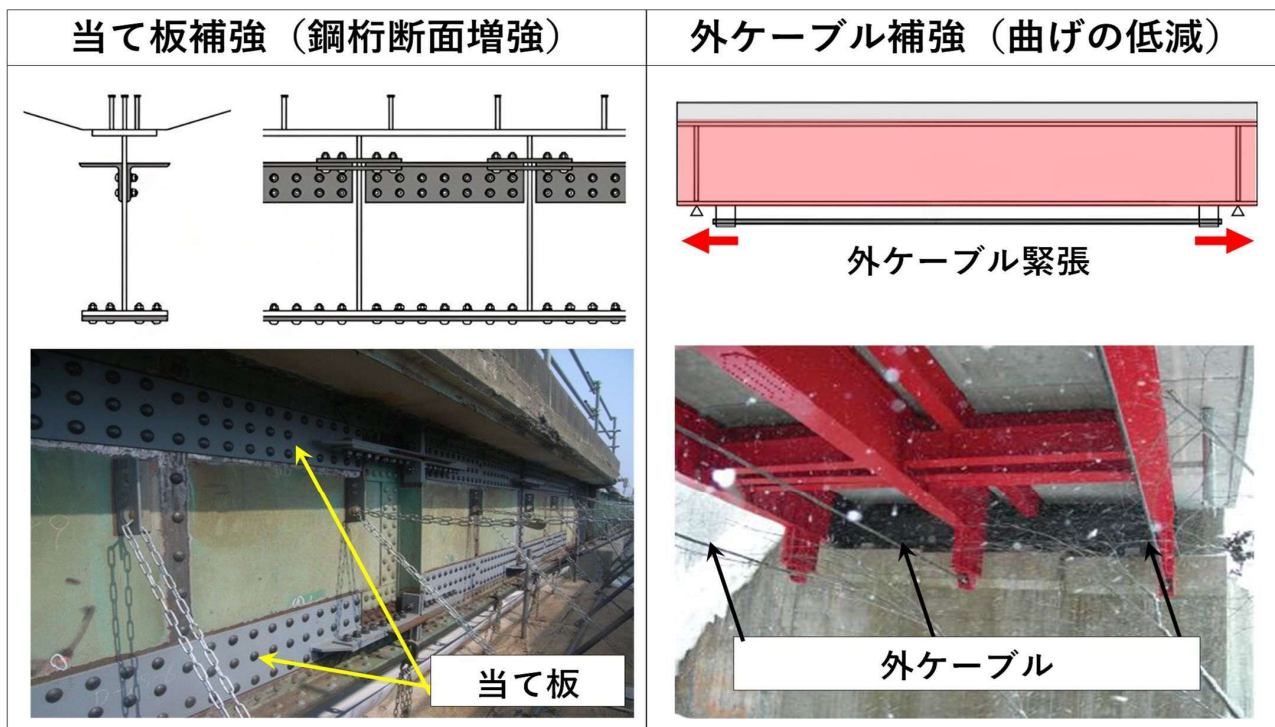
下り線を対面通行にして、上り線床版を**床版架設機**で**全幅員**を取替え



出典：大規模更新工事 中日本高速道路(株) 小田原保全サービスセンター

5 床版取替えにおける留意点（その1）

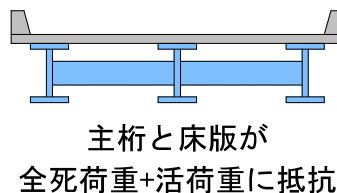
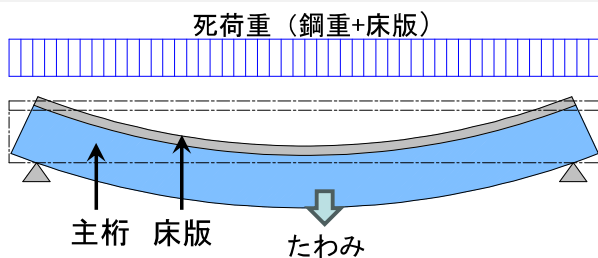
床版取替えにおいては、**床版重量の増加**、**合成桁の耐荷性能向上**などのために、鋼桁を補強することが多い。



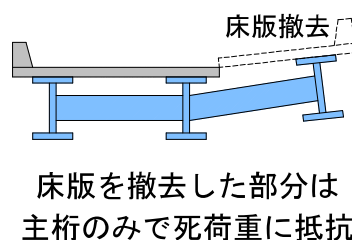
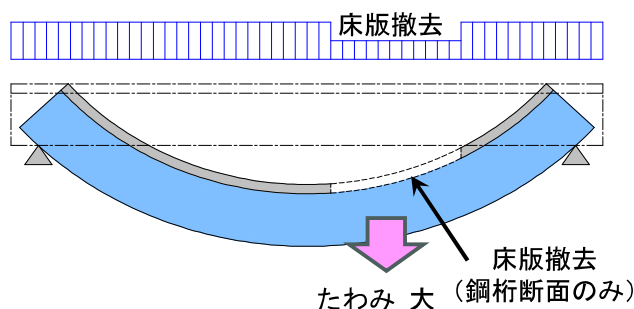
5 床版取替えにおける留意点（その2）

合成桁の床版取替えの際、既設床版を取り外すと、**鋼桁の安定性が損なわれたり、大きく変形することがあるので、注意する。**

【撤去前】床版と鋼桁の合成桁として死荷重に抵抗する。



【撤去後】床版を撤去した場合、鋼桁のみで死荷重に抵抗する箇所が生じる。



5 (一社)日本橋梁建設協会の取組み

床版小委員会による研究活動

活 動 内 容(床版の維持管理テーマ)

- 劣化状況調査・検討
- 床版取替え工法研究
- 床版防水工の実態調査
- 凍害研究
- A S R 研究

5 床版維持管理に関する関連図書

合成床版の維持管理



床版取替え工法



6. おわりに

- 点検を行う際には、**設計基準の変遷や損傷メカニズム**を理解して、対象橋梁の状態をよく把握すること、**変状の記録を残す**ことが重要である。
- 床版は、浸水の影響により劣化が加速するため、**滞水に対する留意、床版防水の重要性**を理解する。
- 定期点検では、**将来的な劣化の程度を推定し**、状況に応じて適切な**詳細調査**を行う必要がある。
- 適切な維持管理、予防保全のため、**補修・補強工法**が、タイムリーに実施に移行されることが必要である。
- 床版取替えでは、**鋼橋に特有な留意点を考慮した検討**を行う必要がある。

鋼橋床版の劣化と保全について

～コンクリート系床版の点検と補修・補強の留意点～

完

ご清聴ありがとうございました。