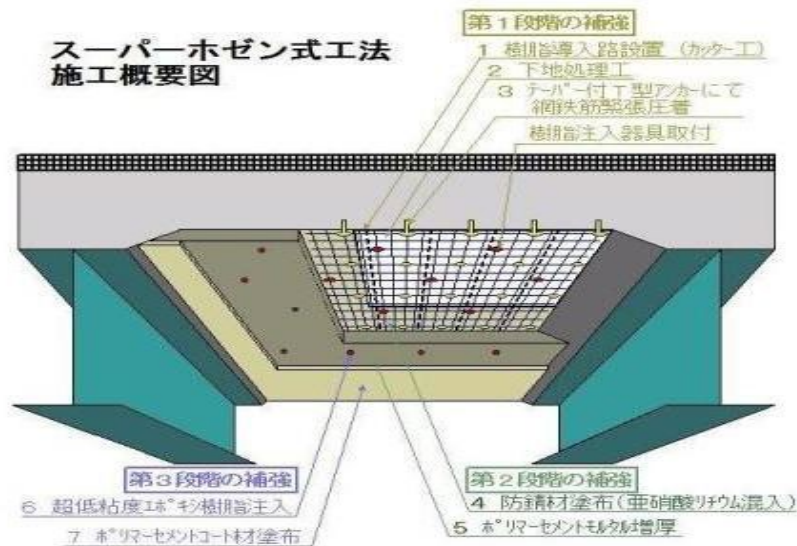


道路橋床版がよみがえる、強くなる。

スーパーホゼン式工法

R C床版の補修・補強対策工法



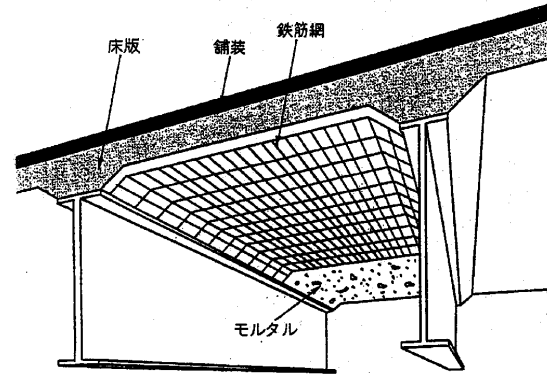
ARIC登録：1050

NETIS登録：CG-110038-VR
[活用促進技術]

一般社団法人 日本建設保全協会

下面増厚工法はどのような工法なのか・・・

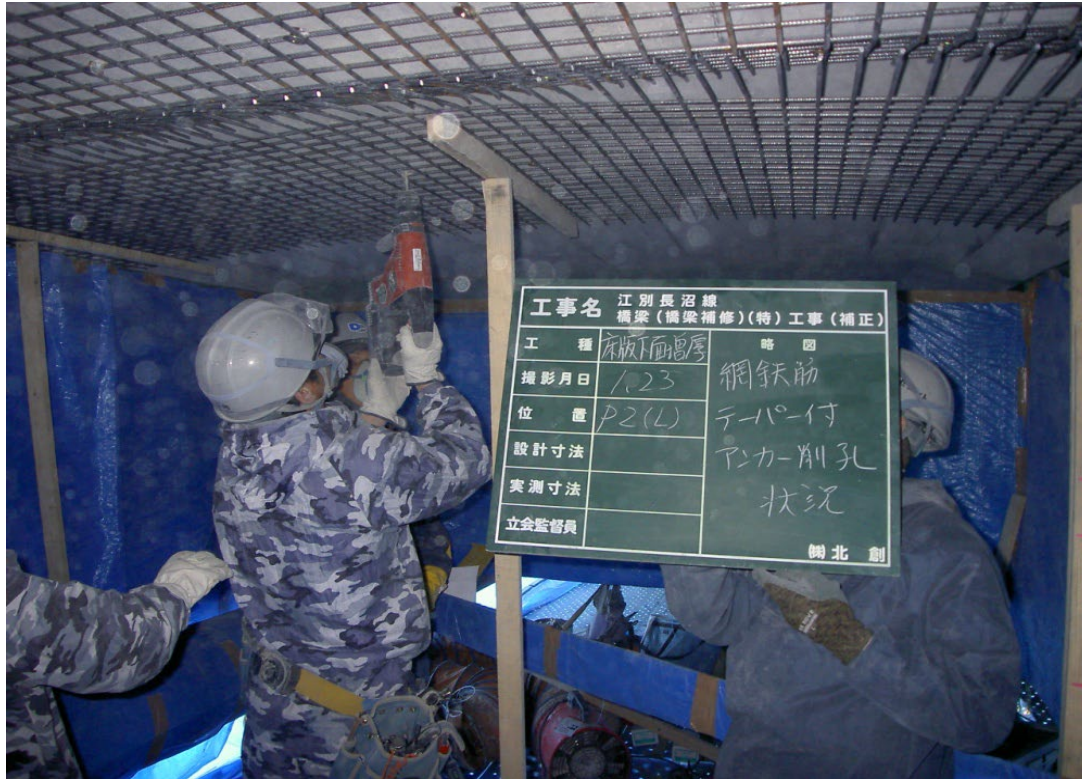
下面増厚工法
工法概念図



施工例



主に道路橋床版を、下面から厚みを増して
床版を補強する工法 です



・ 補強工法としての効果は国総研の疲労実験で確認

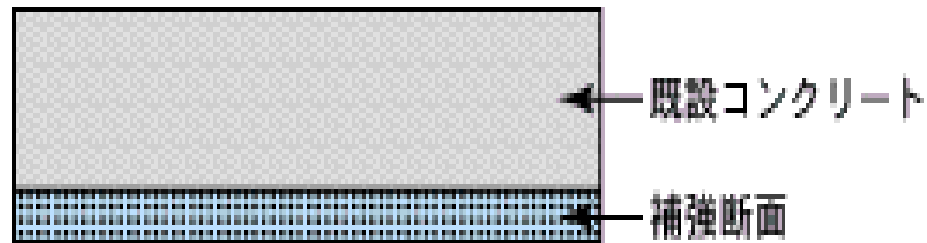
* 下面から施工できるので、交通規制が不要

* ひび割れは・浮きなどは事前に処置が必要

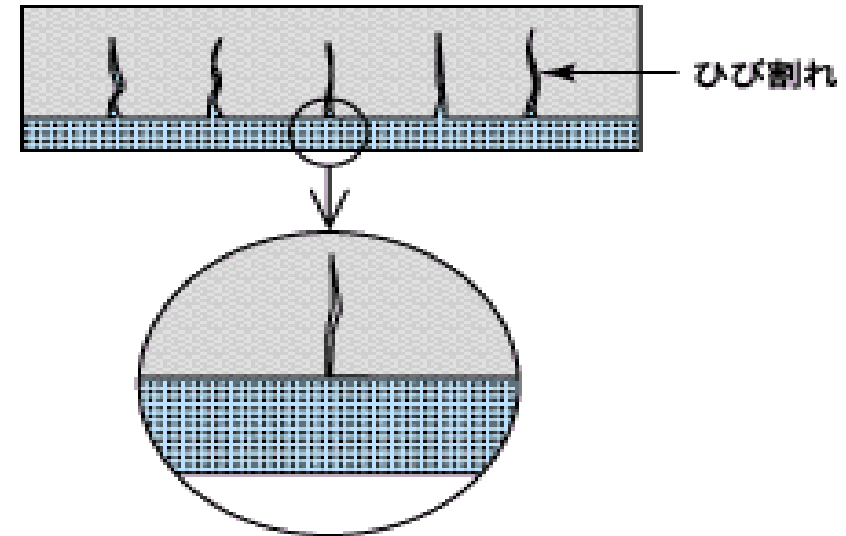
ただし、疲労耐久性に不安（主にモルタルの剥離）

疲労耐久性の懸念はどこから？

ひび割れの無い床版



ひび割れの有る床版



力の伝達はひび割れ部分に強く起こる。
既設コンクリート面のひび割れに強い力がかかると、増厚断面との界面にズレが生じやすくなる。
さらに繰り返し作用すると、そのズレが拡大して浮き等の劣化につながる。

従来工法との違い ①

確実な施工を実現する
アンカーの形状



テーパー付きT型アンカー



普通アンカー

アンカー打設状況

特長アンカーがしっかりと鉄筋を圧着固定します！



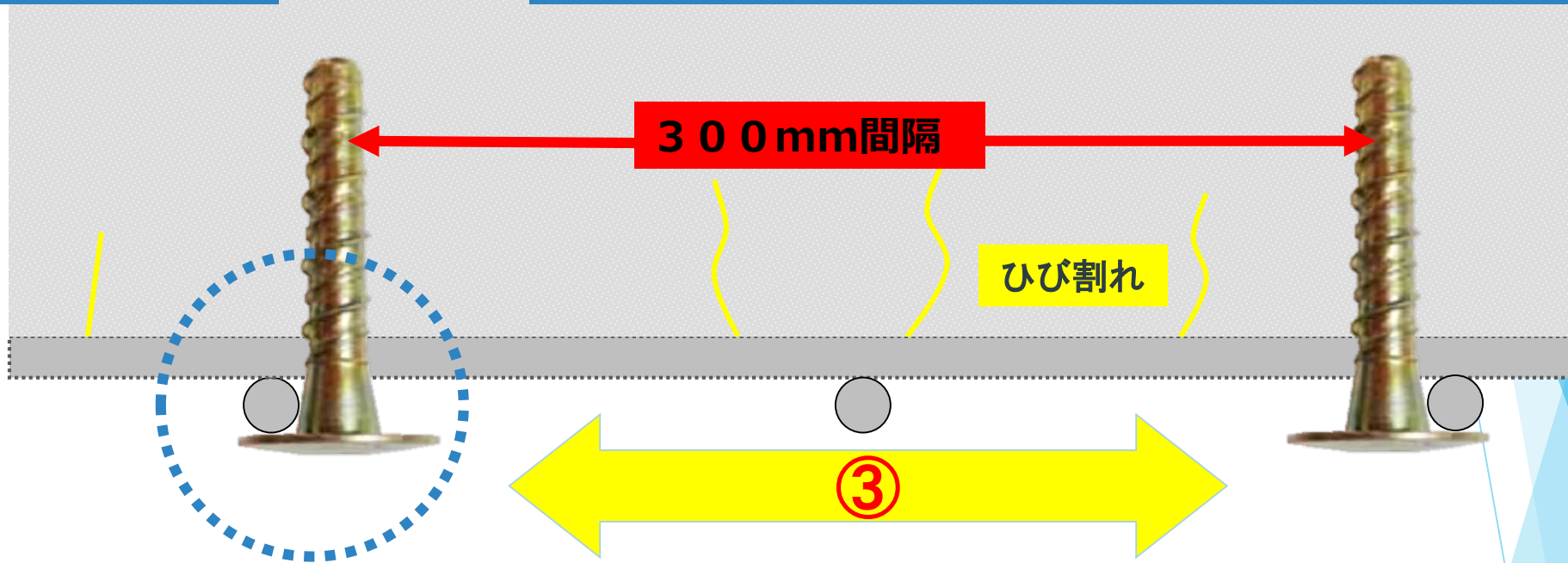
アンカー 打込完了

特長アンカーがしっかりと鉄筋を圧着固定します！

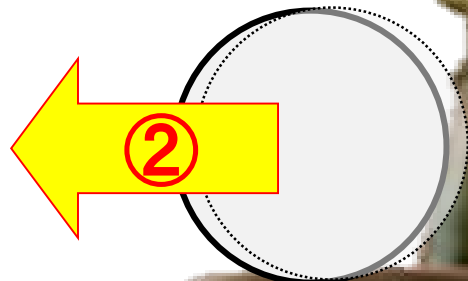


◆ 線で圧着固定

網鉄筋の圧着機構（クサビの作用）



鉄筋径は、
D6 ~ D13



- ①アンカーが打ち込まれる
- ②鉄筋が外側に押出される
- ③鉄筋が圧着固定される

交通開放下で確実な施工を実現
ひび割れ開閉量の抑制効果もあり

格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 固定状況



格子状溶接鉄筋 設置完了



増厚工 中塗材吹付

■ 専用ポリマーセメントモルタルを吹付、増厚する



増厚工 中塗材吹付

■ 専用ポリマーセメントモルタルを吹付、増厚する



増厚工 中塗材吹付

■ 専用ポリマーセメントモルタルを吹付、増厚する



増厚工 中塗材吹付

■ 専用ポリマーセメントモルタルを吹付、増厚する



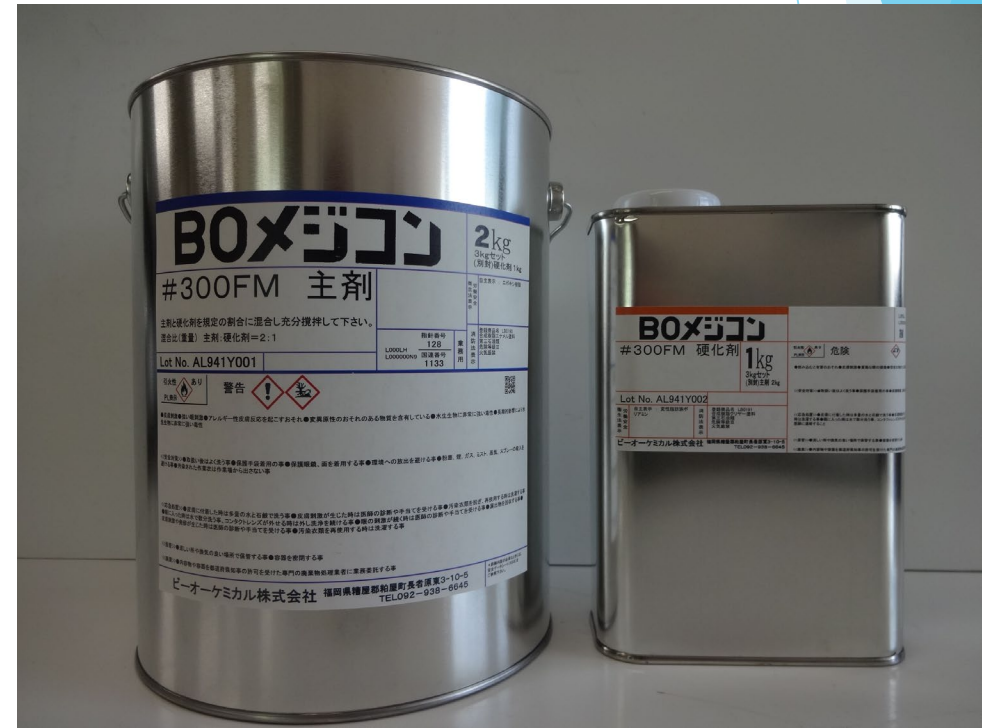
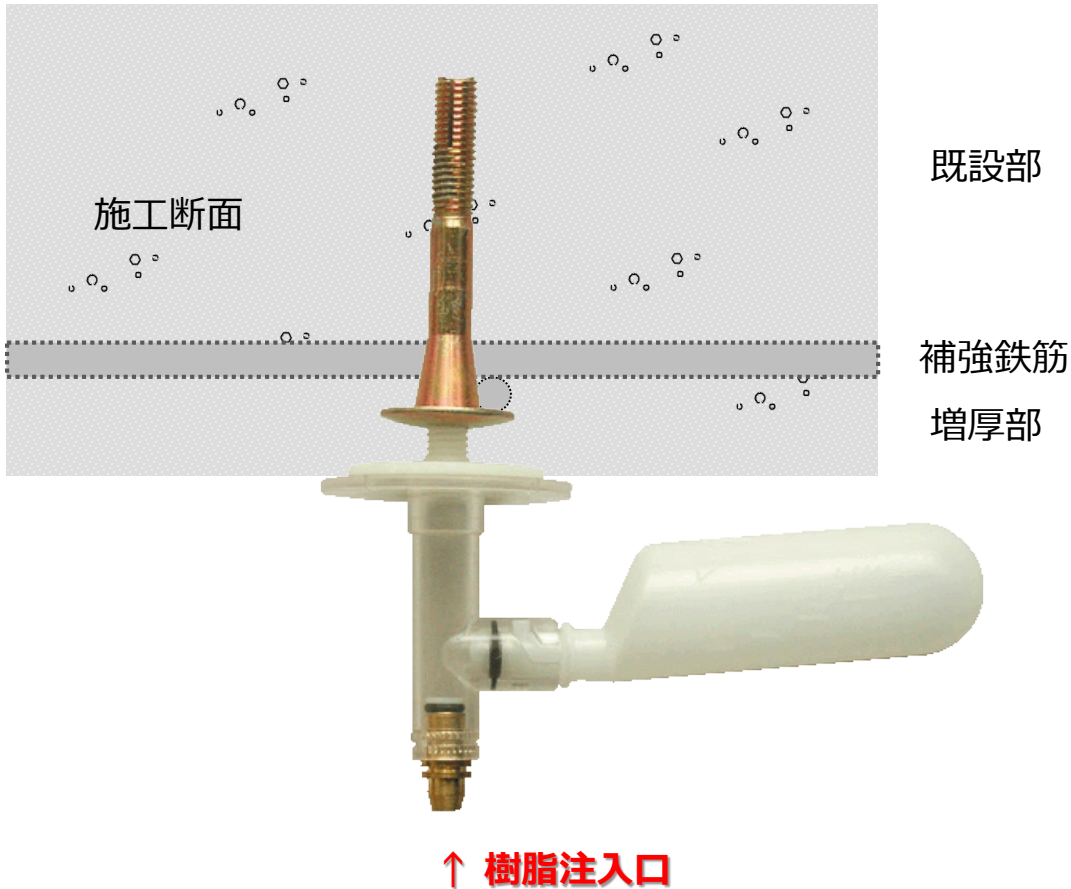
増厚工 中塗材吹付 完了

■ 専用ポリマーセメントモルタルを吹付、増厚する



従来工法との違い ②

増厚後に超低粘度エポキシ樹脂注入

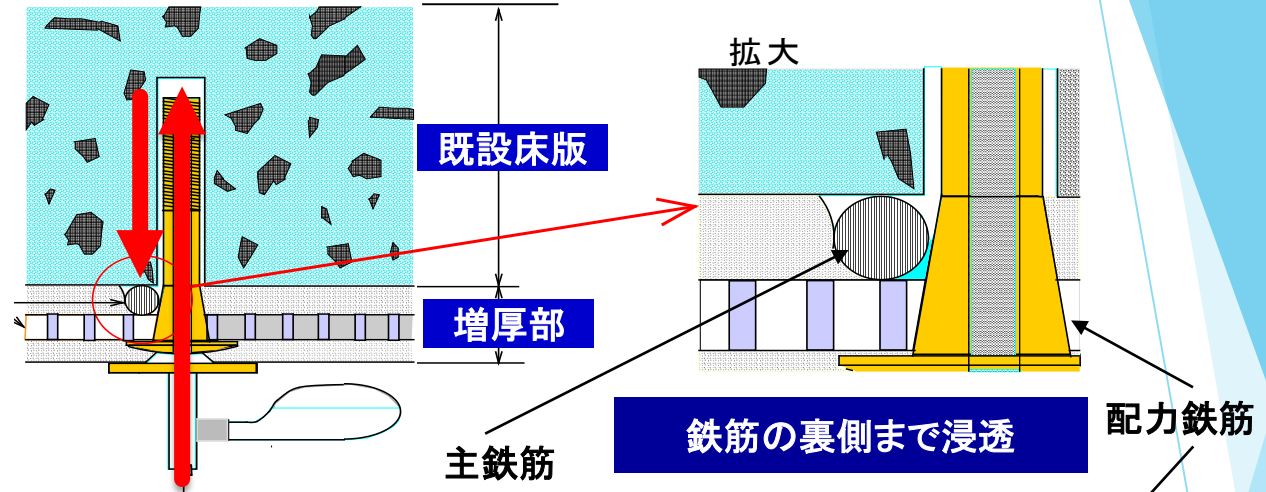


第3段階 【樹脂注入のメカニズム】

樹脂注入の目的

- ① 増厚部に残る微細な空隙
- ② 既設床版のひび割れ・豆板

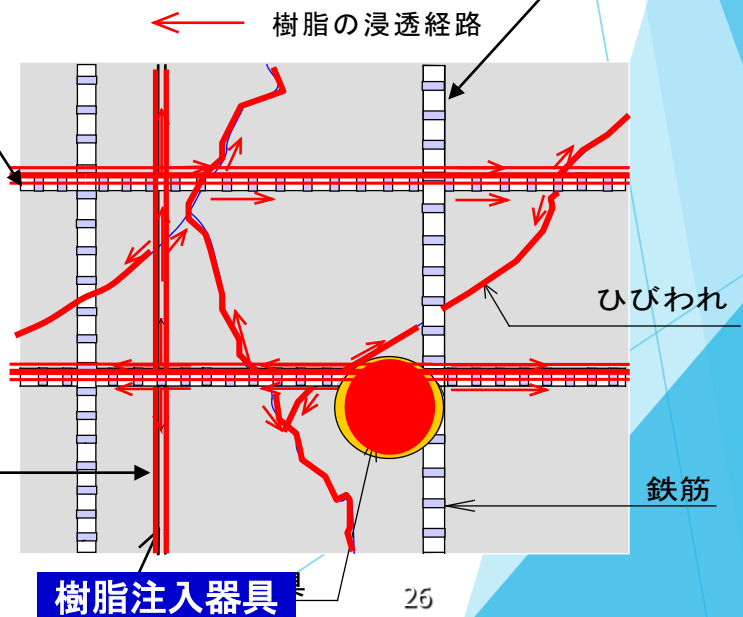
第3段階 (全断面一体化)



モルタル増厚後に樹脂注入

ホゼン材中塗り完了後、養生を施した後に注入器具の頭に上図の圧力タンク付き樹脂注入プラグを取り付け、超低粘度エポキシ樹脂を低圧注入する。注入された樹脂は主筋の裏側まで浸透し、鉄筋の周囲と、あらかじめ入れておいた樹脂導入路を伝って微細な空隙やひび割れ・豆板を満たしていきます。

カッター溝



26

より密な増厚断面に仕上がりに、既設床版の補修と確実な一体化が可能となります

エポキシ樹脂 注入状況

床版の低い側から片押しでエポキシ樹脂注入を行います
タンク内の樹脂が減る度、追加注入をして、1㎡あたり1.2kg(100cc)を注入します



養生後、座金を撤去



仕上げ 【上塗コート材塗布】



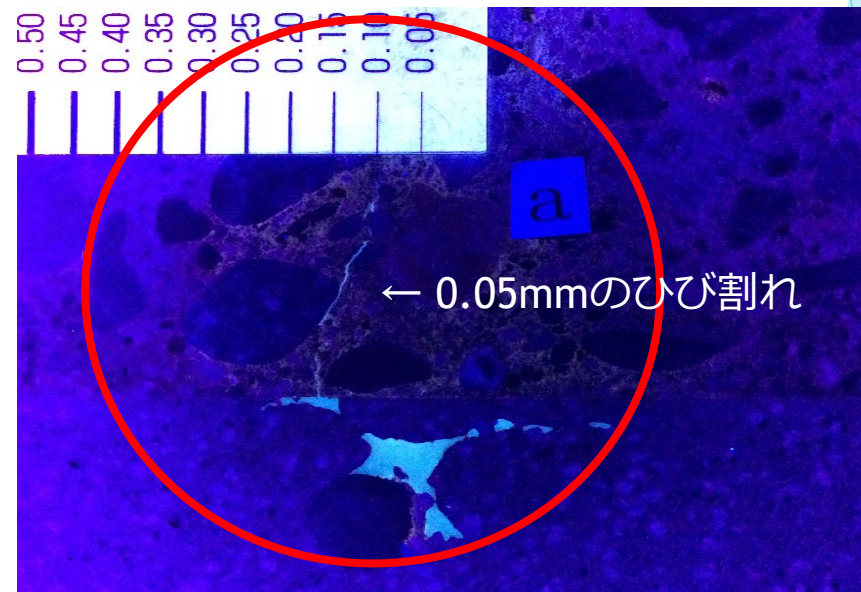
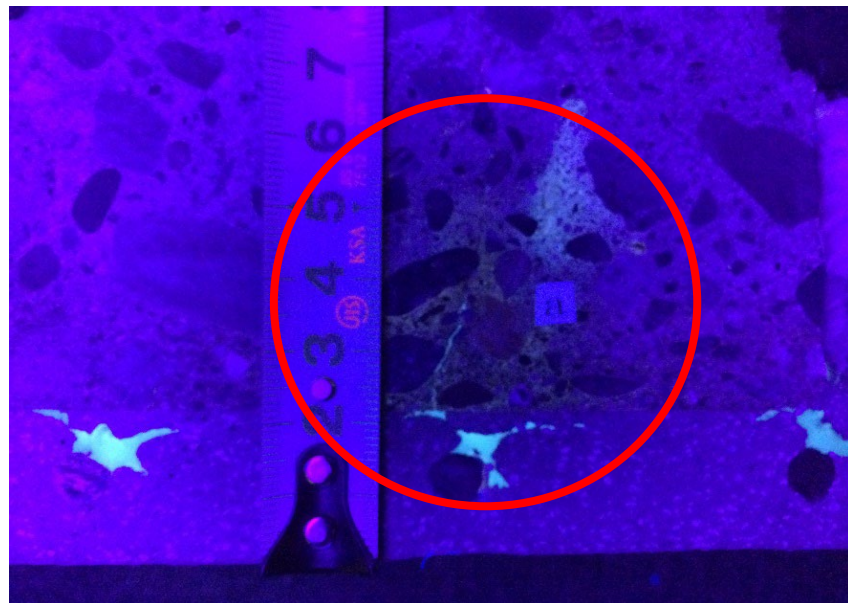
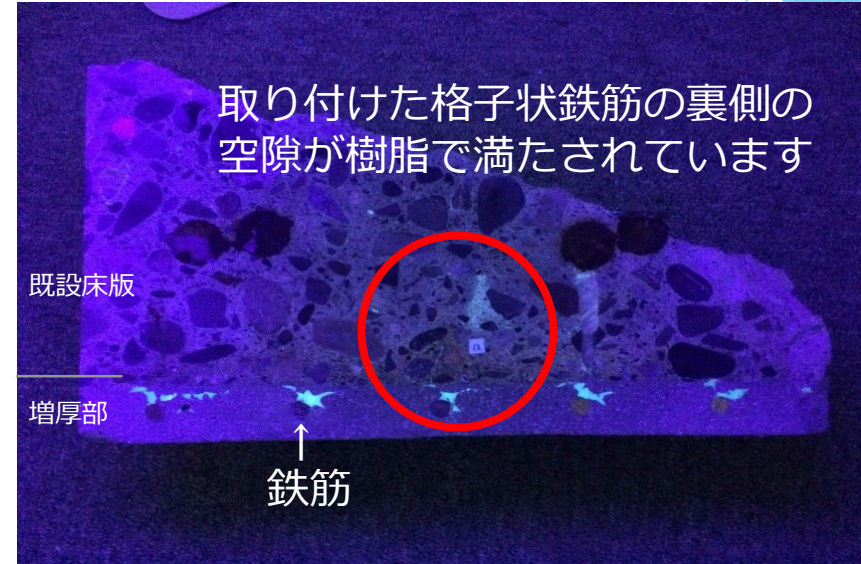
仕上げ【上塗コート材塗布】

上塗コート材 を塗布して 完成！

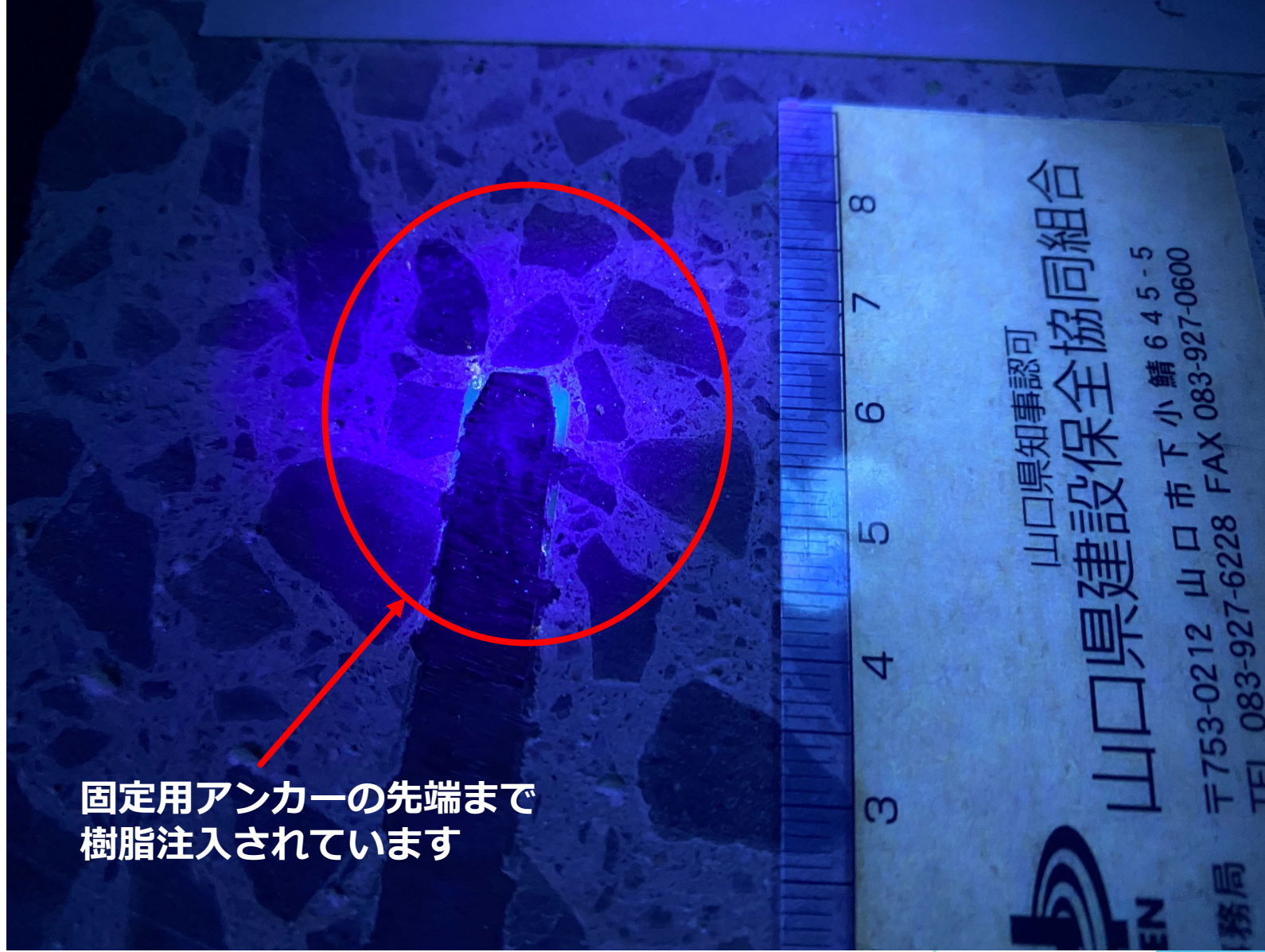
樹脂注入確認 実際の橋梁～長野県 本沢橋



樹脂注入確認 実際の橋梁～長野県 本沢橋



供試体 切断面 2021.2 山口県



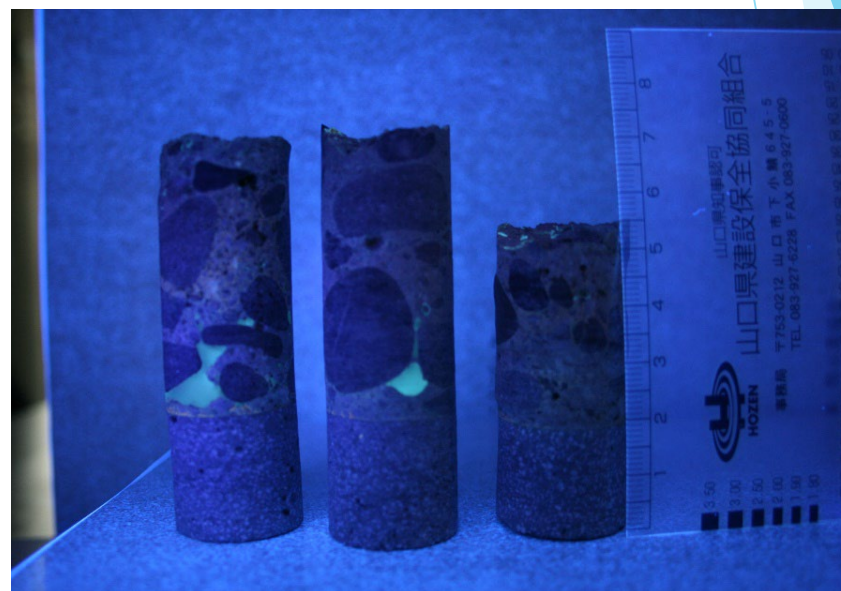
固定用アンカーの先端まで
樹脂注入されています

工ポキシ樹脂 注入状況

実際の橋梁(大和川大橋・大阪府)施工時に採取したコア写真



可視画像



紫外線照射画像

土木研究所での共同試験で効果を確認

既設床版と増厚部材の完全一体化

スーパーホゼン式工法

従来工法



道路橋床版の輪荷重
走行試験における
疲労耐久性評価の開発
(旧建設省土木研究所)

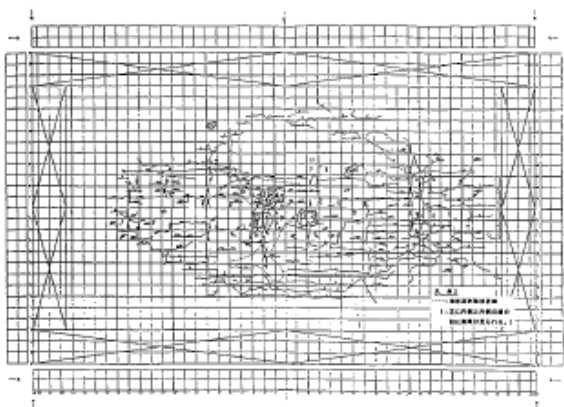


図-3.2.2.15 増厚後走行荷重によるひび割れ

増厚表層のひび割れ状況図

疲労耐久性を確認



具体的な施工例 -1-



・遊離石灰が認められる橋

防水層の劣化等から床版下面のひび割れを介し遊離石灰がある。

通常、遊離石灰のある箇所は樹脂注入の施工に適さないが、全面を増厚した、いわば全面にシールした状態をつくり樹脂注入を行うことで既設床版のひび割れまでしっかりと樹脂がまわる。



・ひび割れが多くみられる橋

積雪寒冷地によくみられる、床版内部の水分が凍結融解を繰り返してひび割れを進展させた。

床版の浮き部は断面修復をした後、増厚を施工、積載試験により、樹脂注入後に既設床版の鉄筋の歪み量が減少したことから床版がしっかりと応力を受け持つことを確認した。

具体的な施工例 -2-

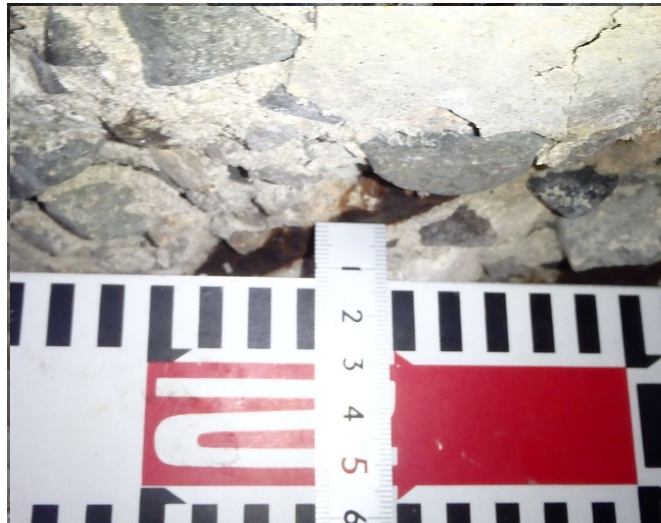


・沿岸部の狭隘な床版橋

瀬戸内海沿岸の高い含有塩化物に起因して鉄筋が腐食膨張し、かぶりコンクリートがはく落した。

はつり工で鉄筋を露出させ錆の除去、防錆を施し埋め戻してスーパーホゼン式工法を施工。

高さ80cmの狭隘な現場だが、施工には特に問題は生じない。



・かぶり不足の橋梁

昭和30年代の小規模橋梁に多い、かぶりコンクリート厚が不足している事例。

浮きや欠損部は断面修復し、発錆により減肉した鉄筋は、スーパーホゼン式工法で取り付ける格子状網鉄筋がその減肉分を補うとして設計され、増厚量も最低限に河積への影響を抑えた補修事例。

具体的な施工例 -3-



・鋼板接着工を再補強

20年以前、鋼板接着工により補強された橋梁は鋼板と既設床版との接着が失われ滞水がある。

鋼板を撤去し樹脂を取り除いたところ、床版の損傷は想像以上に激しく全面を断面修復した後に、スーパーホゼン式工法を施工により再補強した。



・炭素繊維シート工を再補強

施工した炭素繊維シートと既設床版との境界に滞水し広範囲に浮きが生じていたもの。

炭素繊維シート、下地のパテ材を除去して、スーパーホゼン式工法を施工した。

炭素繊維シートの上塗は、紫外線劣化した場合に上塗だけの塗り替えができず、シート全面を張り替えるしか方法がない。

鋼板接着工法の再補強事例



鍋蔓橋(鋼板桁橋:埼玉県北本県土整備事務所) 2018年 5月

CFRP工法（全面貼り）の再補強事例



施工前



完成

第二多里橋（鋼鈹桁橋：鳥取県西部総合事務所） 2020年8月

施工前



◆ 施工事例紹介



ひび割れ補修とかぶり不足を補う補修

完成



41

新川橋(茨城県ひたちなか市) 2020年3月



施工前

◆ 施工事例紹介



工事名	一般国道185号 橋梁補修工事
工種	断面修復 測点 小林橋
ポリマ-エステルモルタル (エマコ599P)	
吹付状況 (層)	



工事名	一般国道185号 橋梁補修工事
工種	床版補強工
測点	小林橋
含景系表面保護 プロテクトシルCIT	
塗布状況 (3回目)	

狭隘箇所施工



工事名	一般国道185号 橋梁補修工事
工種	床版筋割 測点 小林橋
細鉄筋 取付 ア-カ-打設	
施工状況 井上建設(株)	

約800mm

塩害劣化鉄筋欠損：小林橋（RC床版橋：広島県） 2010年 3月



◆ 施工事例紹介



狭隘箇所施工



塩害劣化鉄筋欠損：小林橋（RC床版橋：広島県） 2010年 3月



施工前

◆ 施工事例紹介

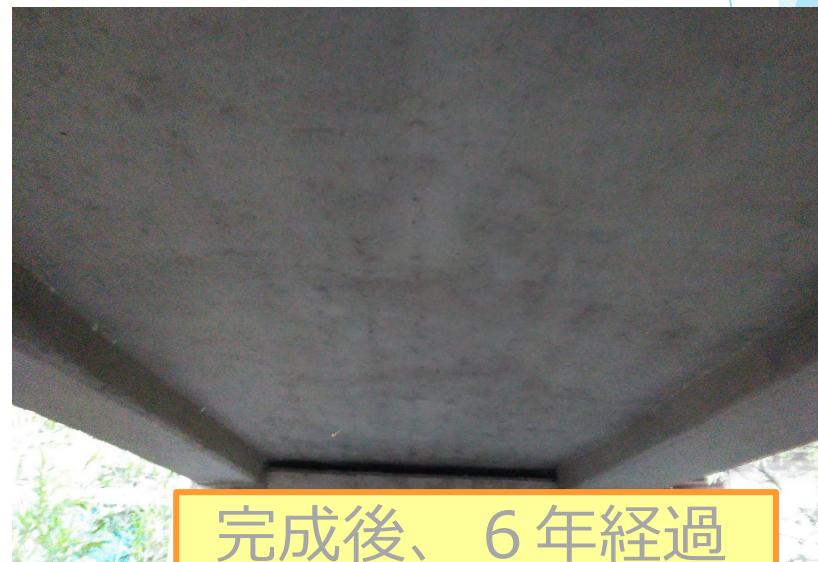


施工中



完成

水路施設補強対策



完成後、6年経過



2009年 和田大橋(秋田県)

◆ 施工事例紹介

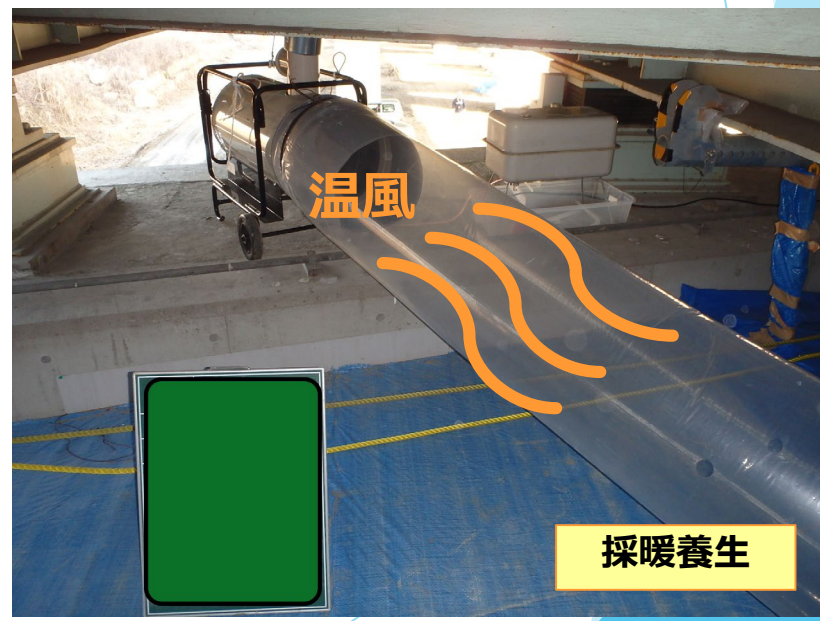


2016年 生保内橋(秋田県)



2011年 幌長橋(北海道)

寒冷地での適用



採暖養生



京都府 宇治川大橋



千葉県 万年橋



愛知県 加家高架橋



山梨県 大円川5号橋



高知県 香北橋



埼玉県 鍋蔓橋



一般社団法人 日本建設保全協会

橋梁を長寿命化する

スーパ

ーホゼン式

工法の



下面増厚工法 **スーパーホゼン式工法**

国土交通省NETIS登録番号 CG-110038-VR

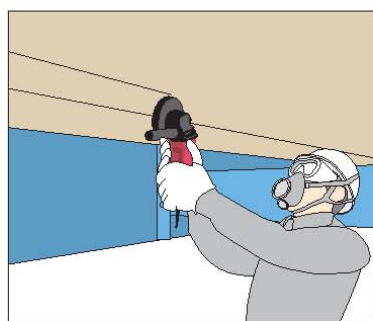
【2017年度 活用促進技術(新技術活用評価会議(近畿地方整備局))】

第1段階

線で圧着!

損傷が生じた床版の引張力やせん断力が作用する面に、「テーパ付T型アンカー」で緊張力を与え、網鉄筋を圧着固定します。

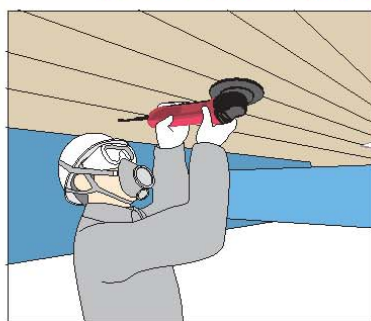
1 樹脂導入路を造る



樹脂が通る道を作るんだよ!

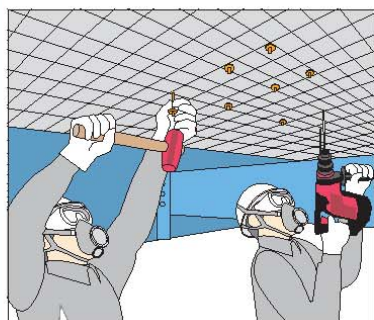
2 下地を処理する

(サンダーケレンor 超高压水洗ケレン)



何ことも下地処理が大事なんですね!

3 「テーパ付T型アンカー」で網鉄筋を圧着固定させ、樹脂注入器具を取付ける



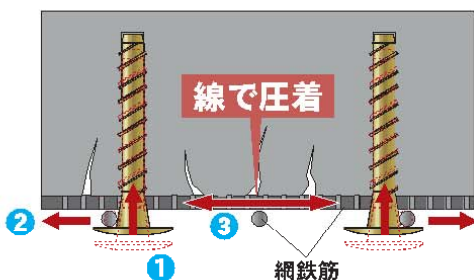
何ですか? 圧着固定って

手をケガしたとき絆創膏を引っぱって貼るとキズ口がよく固定できて早く治るだよ。それと同じなんだよ。

スーパーホゼン式工法の「1」

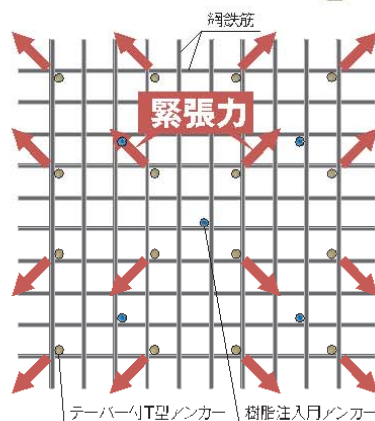
圧着固定できるのは、「テーパ付T型アンカー」の形状に理由がある!

- ①テーパ(クサビ型)が打込まれると、
- ②網鉄筋は外側に押し出され、
- ③中間の網鉄筋が緊張されます。



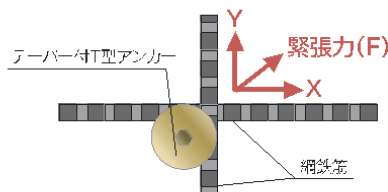
「テーパ付T型アンカー」
「圧着型施工方法」

「普通アンカー」
「非圧着型施工方法」



供用中の床版は絶えず振動しているため、網鉄筋を床版に吊り下げるだけでは、床版と網鉄筋は違う挙動をし、既設床版と増厚部材を一体化させるのは困難でした。しかし、「テーパ付T型アンカー」を使用し網鉄筋を圧着固定させることで床版と網鉄筋の挙動を等しくすることができました。

緊張力(F)は、それぞれの鉄筋にFX、FY軸方向に分散されるため、網鉄筋の中央から広げるようにアンカーを打設することで、全体に緊張力が導入されます。また既設床版と同じ挙動であるため相対的に静止状態を作ることができ、既設床版の応力を分担できるので、歪み量を減少させることができました。この段階で、樹脂注入用アンカーも設置しておきます。



第2段階

全面で圧着!

接着力の高いホゼン材 #10(中塗)を吹付けることで、断面を増厚します。

4 防錆プライマーを塗布する



ホゼン材FMプライマー

5 ホゼン材#10(中塗)を増厚する



ホゼン材#10(中塗用)

スーパーホゼン式工法の 2

アンカーで「線」圧着固定、ホゼン材#10(中塗)で「全面」接着

テーバー付T型アンカーで圧着させたことで既設床版と網鉄筋の挙動が相対的に静止状態になるため振動の影響を受けずに増厚することができます。

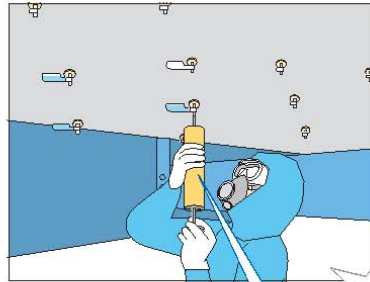
さらに、網鉄筋貼り付け時にはアンカーの位置、つまり「線」により応力が伝達されましたが、ホゼン材#10(中塗)で増厚する事で「全面」の伝達に変わり、荷重が伝わる力が分散されるので、応力伝達率が向上し**歪みの量を減少**させることができました。

第3段階

全断面で一体化!

超低粘度エポキシ樹脂を補強部材の中にある微細空隙(網鉄筋と既設床版の隙間)や既存のひび割れ等に注入します。

6 超低粘度エポキシ樹脂を注入する

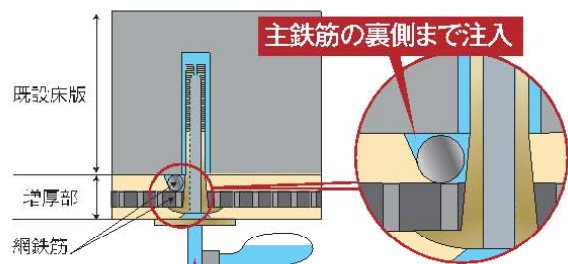


BOX330 #300FM

スーパーホゼン式工法の 3

隙間やひび割れに樹脂を注入し完全に一体化!

低圧注入された超低粘度エポキシ樹脂は網鉄筋背面、または導入路をつたって微細な空隙やひび割れに注入し、より密な補強断面に仕上がります。これにより既設床版と確実に「全断面」で一体化させることに成功しました。



ホゼン材#10(中塗)増厚後に注入

7 ホゼン材#1(上塗)で塗布仕上げする



ホゼン材#1(上塗用)

スーパーホゼン式工法輪荷重走行試験における疲労耐久性・試験結果

平成8年に道路橋示方書に準じて制作されたRC床版(RC8)との载荷による比較

方法

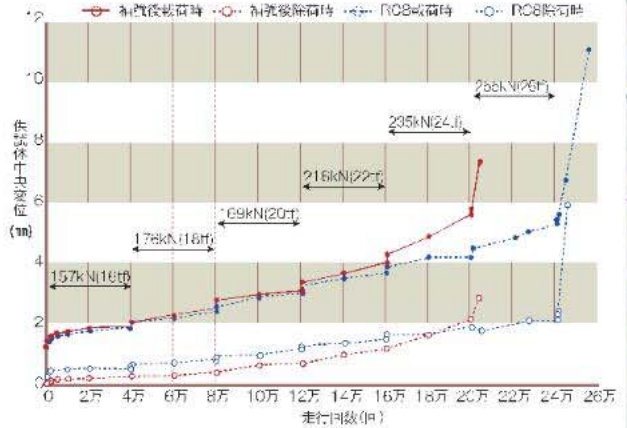
スーパーホゼン式工法により補強されたRC39供試体(昭和39年道路橋示方書に準じた床版)の疲労耐久性が、RC8供試体にどこまで近付けるかを調べました。



旧建設省土木研究所(現)土木研究センター、民間15社による共同研究「道橋橋床版の輪荷重走行試験設備における疲労耐久性評価手法の開発」(平成11年10月)より

結果

本载荷(段階载荷)の供試体中央変位と走行回数との関係から16tf初期から22tf終了までRC8供試体と補強供試体の疲労による変化、载荷時のたわみ量が近似値でした。



山口大学工学部 輪荷重走行試験

平成18年1月~3月間、新タイプのスーパーホゼン式工法を同条件で施工・载荷し、疲労耐久性の比較を行い有効性の確認を行いました。



スーパーホゼン式工法



その他の工法



スーパーホゼン式工法の施工実績

橋梁

函渠

トンネル

土木構造物

鋼桁橋



高知県

鋼桁橋



秋田県

PCT 桁橋



施工前



秋田県

完成

RCT 桁橋



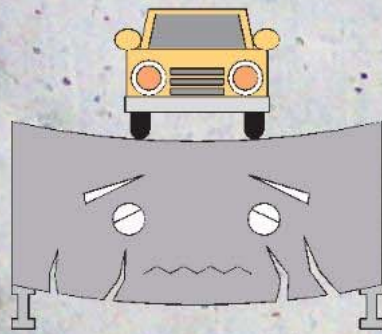
去島県

RC 床版橋



施工前

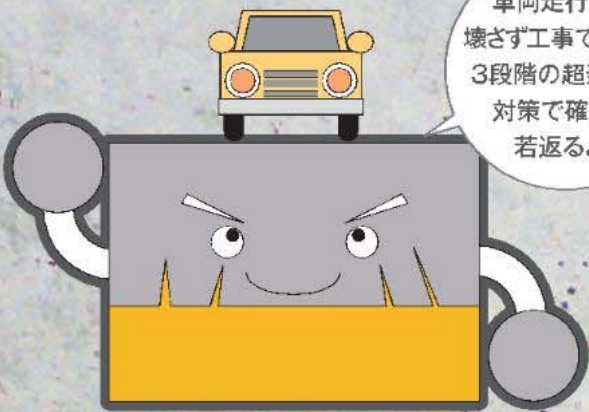
完成



重いなあ。
歳もとってまるで
骨粗鬆症状態…。
何とかしなきゃ…。

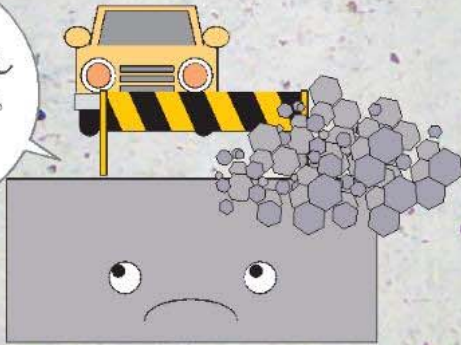
スーパーホゼン式工法

架け替え工事



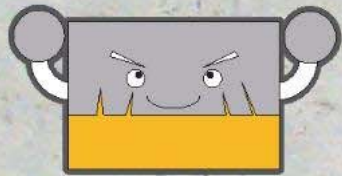
車両走行中に
壊さず工事できるし、
3段階の超寿命化
対策で確実に
若返るよ!

通行止めて
住民に迷惑かけるし
産廃ゴミも出る…。
お金もかかる
なあ…。



スーパーホゼン式工法とは

スーパーホゼン式工法は、橋梁の床版長寿命化対策工法の一つで車両の通行制限をしないで既設床版コンクリート下面に網鉄筋をテーパー付T型アンカーで圧着固定し、床版の振動・衝撃を緩和して、ポリマーセメントモルタル(ホゼン材#10)吹付け増厚後に低圧でエポキシ樹脂注入を行って既設床版と完全に一体化する下面増厚工法です。



スーパーホゼン式工法の施工手順



既設床版と増厚材を確実に一体化させる、
3段階の対策工程をご覧ください。



スーパーホゼン式工法のかをご理解いただけましたか。
それではここで問題です。

問題 次の式を「スーパーホゼン式」で解きましょう。

1. コスト ÷ 時間(年) = **経済的**

2. 時間(年) ÷ コスト = **長寿命**

スーパーホゼン式工法のかについて
もっとお知りになりたい方、
ぜひご連絡ください！



HOZEN

コンクリート構造物の保全を通じて、産・官・学の輪が次第
に大きくなっていくイメージを楕円に表現しています。地球
から始まり地球環境を良くしていきたいという協会の思い
を象徴するシンボルです。

一般社団法人

日本建設保全協会

<http://www.hozen.gr.jp/>

本部事務局 〒753-0212 山口県山口市下小鯖645-5

✉ info@hozen.gr.jp

TEL **083-927-4509**

FAX **083-927-0600**

