

NETIS登録番号
CG-110038-A

スーパーホゼン式工法 技術資料



HOZEN

一般社団法人

日本建設保全協会

工法概要

スーパーホゼン式工法とは

スーパーホゼン式工法は、RC構造の床版をRC構造で橋梁下面側から長寿命化する工法です。橋梁の下面からの対策工法は、一般交通の通行止めを必要としない反面走行車両の振動・衝撃が施工時から連続して作用するため絶えず歪みを繰り返しています。

この、連続する振動の中で既設床版と増厚材を一体化させ長寿命化効果を高めるには、**歪みを少しずつ段階を追って減少させていく**方法がより確実で、高い対策効果が得られます。そのためスーパーホゼン式工法では、既設床版と増厚材を確実に一体化するため、**3段階**の工程を行います。

Level.1

長寿命化
第1段階

損傷が生じた床版の引張力や剪断力が作用する面に、テーパー付T型アンカーで網鉄筋に緊張力を与えて圧着固定します。

Level.2

長寿命化
第2段階

接着力の高いホゼン材#10(ポリマーセメントモルタルの増厚材)を吹付けることで、圧着固定した網鉄筋と既設床版を接着します。

Level.3

長寿命化
第3段階

超低粘度エポキシ樹脂を増厚部材の中にある微細空隙(鉄筋と既設床版の隙間や既存するひび割れ等)に注入します。

主な特徴

- 確実な長寿命化効果
- 確実な施工
- 密な断層
- 目視管理
- 長寿命化確認試験

段階を追って振動を減少させながら施工していくため、車両供用中でも高い長寿命化対策効果が得られます。

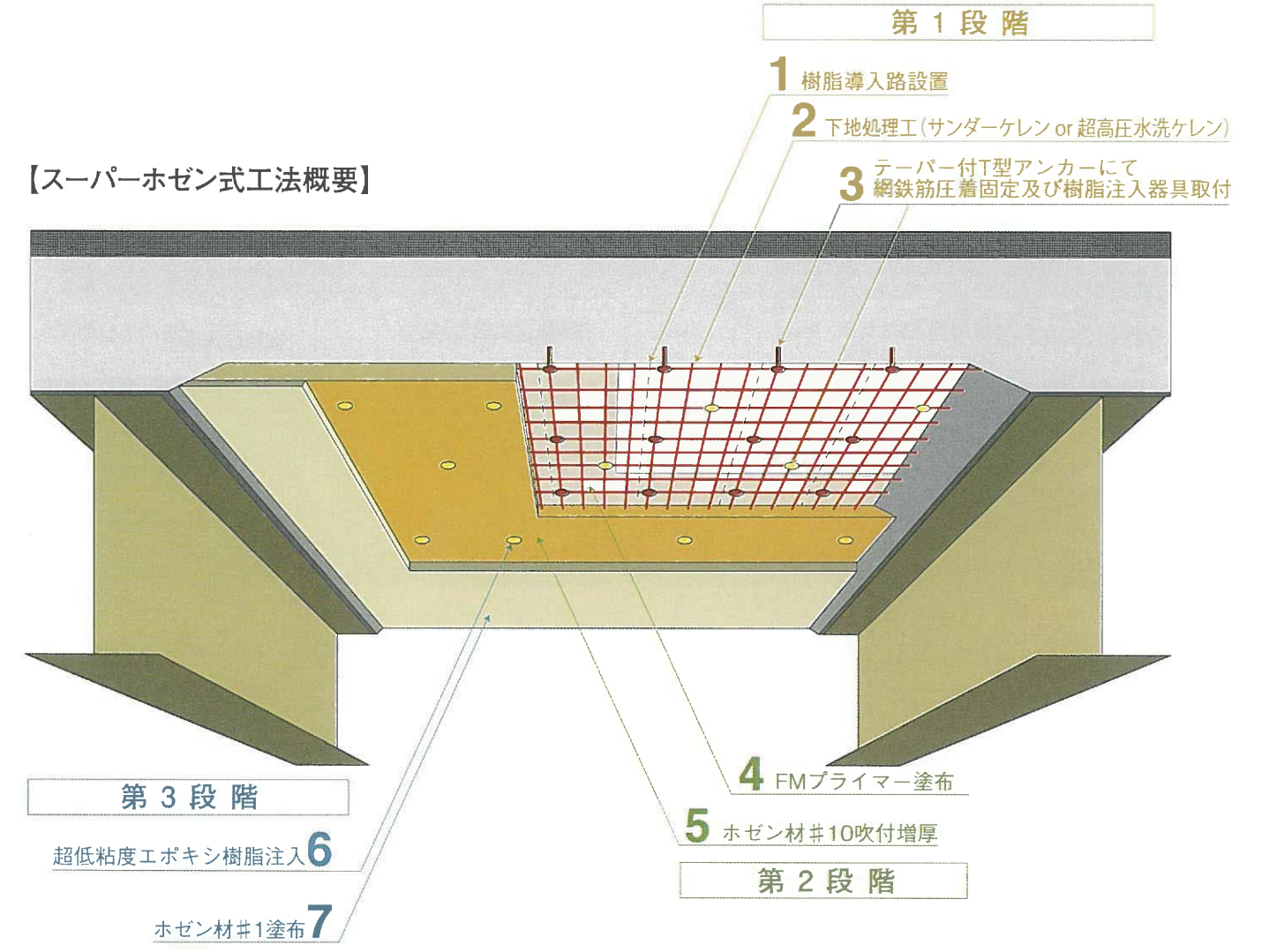
網鉄筋をテーパー付T型アンカーで圧着固定するため、既設床版に網鉄筋を貼り付けた時点で双方の挙動が同じになり確実な増厚ができます。

ホゼン材#10吹付け後、樹脂注入器具を使用して**超低粘度エポキシ樹脂**を低圧注入することで空隙のない密な断面に仕上がります。既設床版との確実な一体化が可能になります。

透水性のあるポリマーセメントモルタルで増厚するため滞水することなく、RC床版と同様に**漏水やひび割れにより床版の損傷度を目視で管理**できます。

現地における**対策効果確認**試験を施工前、網鉄筋圧着固定後、施工完了後に実施し、対策効果の確認ができます。また、将来にわたり、**追跡調査**も実施できます。

【スーパーホゼン式工法概要】

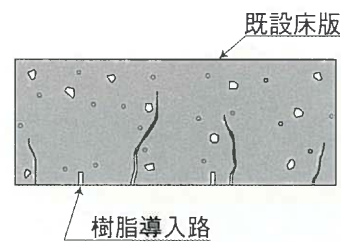


施工手順

Level.1 第1段階

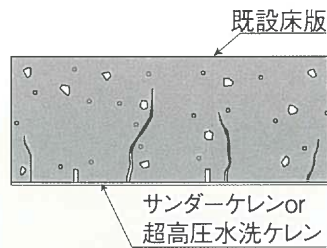
1 樹脂導入路設置

ホゼン材 #10 吹付増厚後に樹脂を注入するための準備作業です。既設床版にカッターで樹脂の道筋を、深さ約8mm、幅約3mmの溝を主鉄筋に対し直角方向に300mmピッチで設置します。



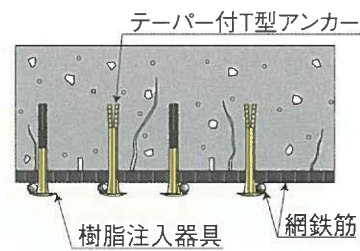
2 下地処理工 サンダーケレンor 超高压水洗ケレン

既設床版とホゼン材 #10 の接着力を高めるため、ディスクサンダーを用いて既設コンクリート面をケレンします。



3 テーパー付T型アンカーにて網鉄筋緊張圧着及び樹脂注入器具取付

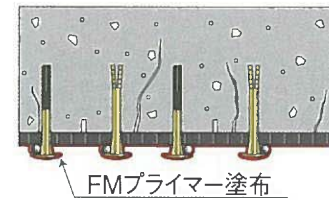
床版下面にテーパー付T型アンカーで網鉄筋に緊張力を与え、圧着固定します。網鉄筋を取り付けただけでひび割れの動きを拘束し、走行車両の振動と既設鉄筋の応力を緩和する長寿命化効果があり、網鉄筋と既設床版の挙動が相対的に静止状態を作ります。



Level.2 第2段階

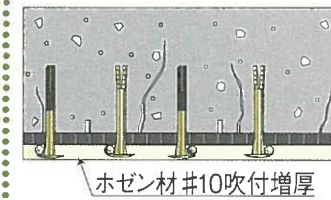
4 FMプライマー吹付

ホゼン材 #10 の接着力増加のために防錆効果のあるプライマーを塗布します。



5 ホゼン材 #10 吹付増厚

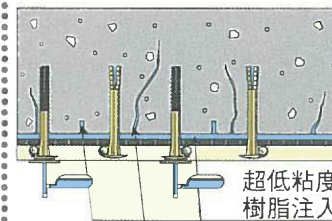
ポリマーセメントモルタルのホゼン材 #10 を吹付けることで、圧着固定した網鉄筋と既設床版を接着させます。



Level.3 第3段階

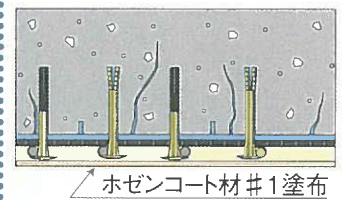
6 超低粘度エポキシ樹脂注入

既設床版のひび割れに網鉄筋及び樹脂導入路を利用して超低粘度エポキシ樹脂を注入します。



7 ホゼンコート材 #1 塗布

床版の表面を仕上げるためにポリマーセメントモルタルで薄く塗布します。

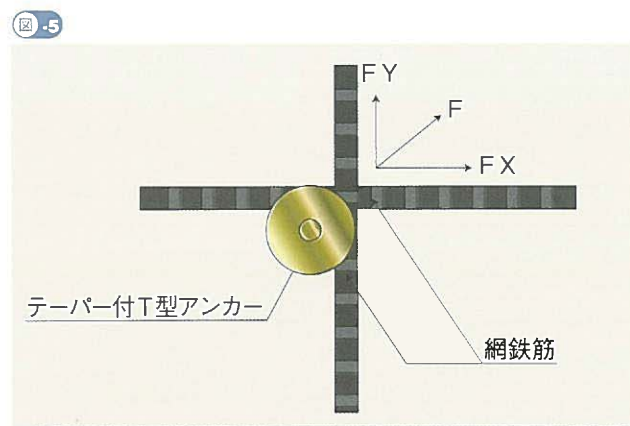
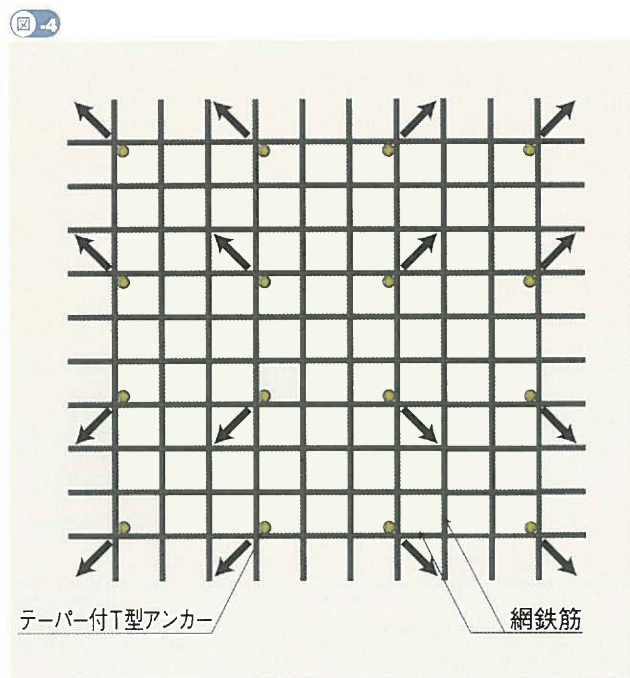
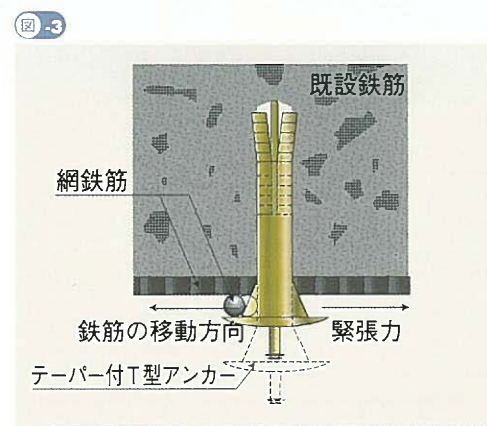
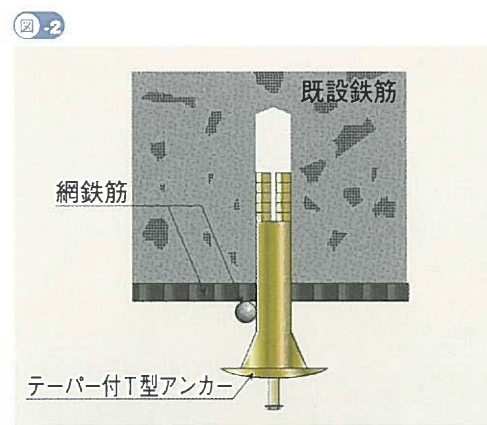


工法技術概要

第1段階の長寿命化

供用中の床版は絶えず振動しています。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ています。これをモルタルのような硬化に時間がかかるもので一体化させるのは困難です。そこで、**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**することができます。テーパ付T型アンカー(図-1)で、網鉄筋を貼り付ける時は(図-2・3)、テーパ部分により網鉄筋を押し広げ網鉄

筋に緊張力を与えることができます(図-4)。緊張力(F)は、それぞれの鉄筋にFX、FY軸方向に分散されます(図-5)。この方法により網鉄筋の中央から広げようアンカーを打設することで、全体に緊張力が導入されています。網鉄筋に緊張力を導入し貼り付けることにより、**既設床版の応力を分担し歪み量を減少させます**。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ます。

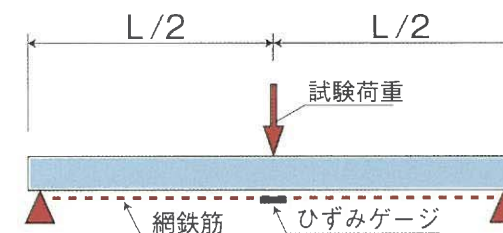


網鉄筋圧着固定時の応力度比較

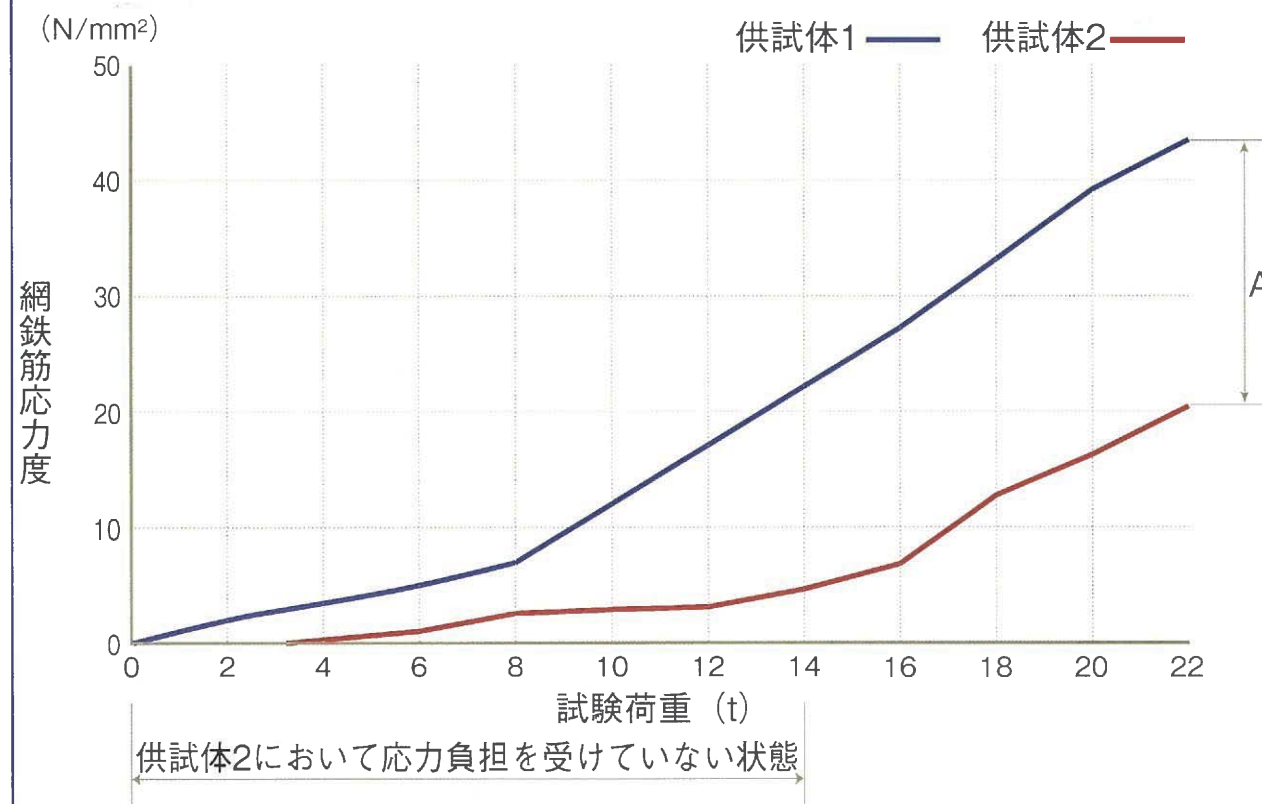
試験方法

実験を行った結果により比較。図に示す様に、供試体中央部の網鉄筋にひずみゲージを取り付け、静歪み計により、供試体の中央に0~22tの荷重をかけて、2t間隔毎に発生ひずみ(応力)を計測しました。

【供試体載荷図】



【応力度比較】



試験結果

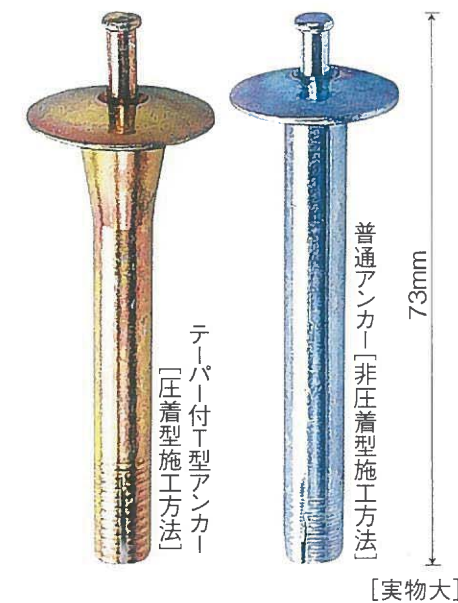
テーパ付T型アンカー (供試体1)

- ① 小さな荷重から応力を伝達
- ② 最終荷重22t 40N/mm²を越える応力

普通アンカー (供試体2)

- ① 14t以上の荷重から応力を伝達
- ② 最終荷重22t 20N/mm²を下回る応力

テーパ付T型アンカーの供試体では、荷重と発生応力がほぼ比例しています。つまり、このテーパ付T型アンカーを使用することで確実な圧着が得られ、ゆるみのない状態にすることができます。それにより長寿命化の高い効果が得られることが、グラフから判断できます。



第2段階の長寿命化

ホゼン材 #10 (ポリマーセメントモルタル) で断面を増厚する。テーパー付T型アンカーで貼り付けた時点で既設床版と網鉄筋の挙動が相対的に静止状態であるため振動の影響を受けずに増厚することができます。ま

た、応力の伝達は、網鉄筋貼り付け時にはアンカーの位置、つまり(点)により伝達されましたが、ホゼン材 #10 で増厚する事により(面)の伝達に変わり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す。

第3段階の長寿命化

樹脂注入の必要性(超低粘度エポキシ樹脂)

現在のひび割れの処理方法では、0.2mm以上のひび割れにだけ注入する事になっており、増厚をする前に注入しても供用中の荷重が他のひび割れを拡大してしまいます(図-1)。力の伝達はひび割れ部分に強く起こり既設コンクリートと増厚断面の界面にズレが生じやすくなり、繰り返し作用で拡大したとき、変状が発生します(図-2)。また、既設コンクリー

トと増厚材の界面に微細空隙が存在すればそれを起点に変状が拡大します。ひび割れが存在することにより増厚断面に既設コンクリートが受け持つ応力を負担することになり耐久性が低下することになります。そのため、スーパーホゼン式工法では、ホゼン材吹付完了後できる限り養生した後、樹脂注入を行います。

図-1 従来のひび割れ処理

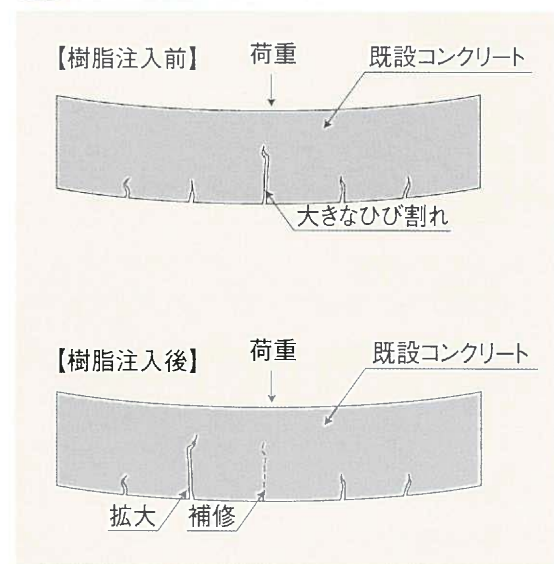
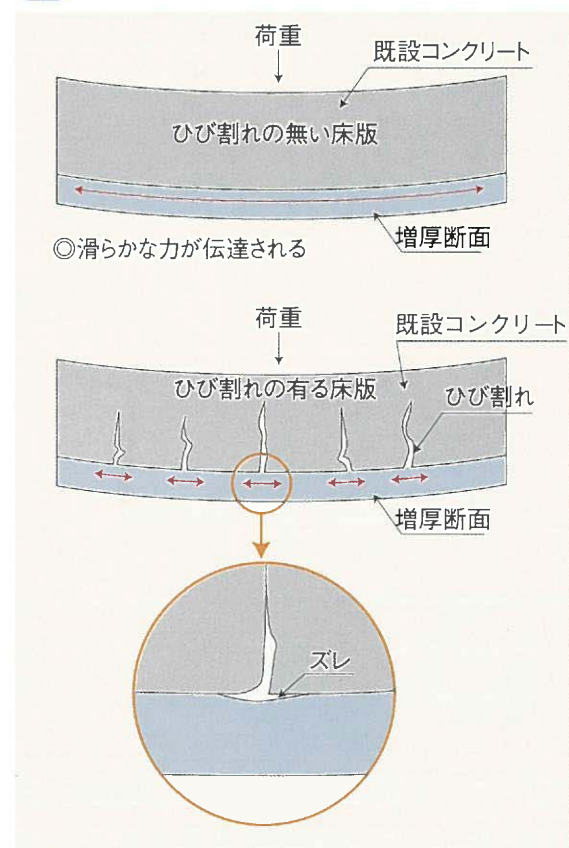
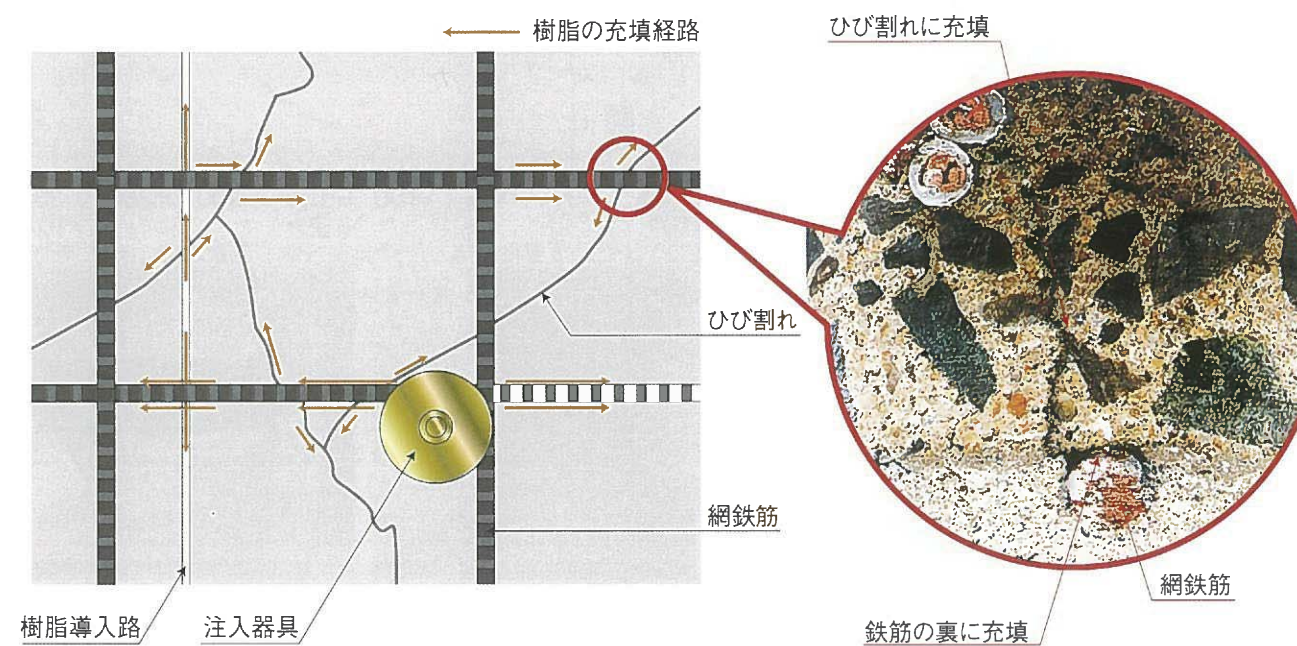
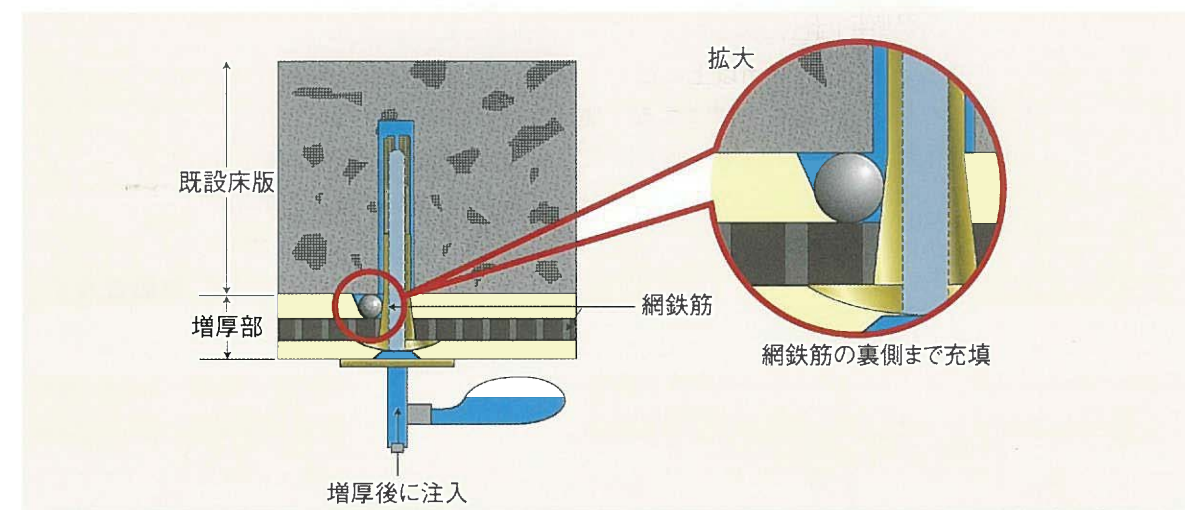
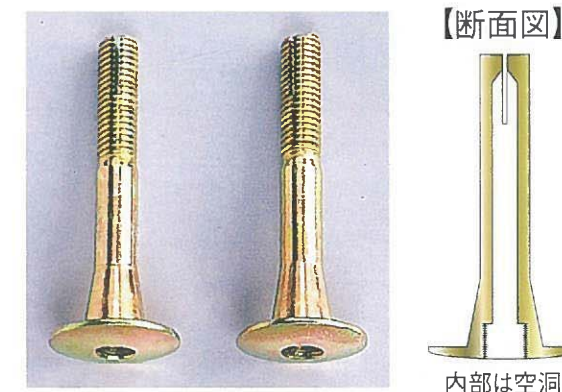


図-2



既設床版に網鉄筋を密着させた状態で増厚し、注入器具に圧力タンク付樹脂プラグを取り付け、超低粘度エポキシ樹脂を低圧注入します。注入された樹脂は網鉄筋、またはカッター溝をつたって微細な空隙及びひび割れに浸透していきます。そのため、より密な増厚断面に仕上がリ、既設床版との確実な一体化が可能になります。



3段階の各施工における補強効果確認試験

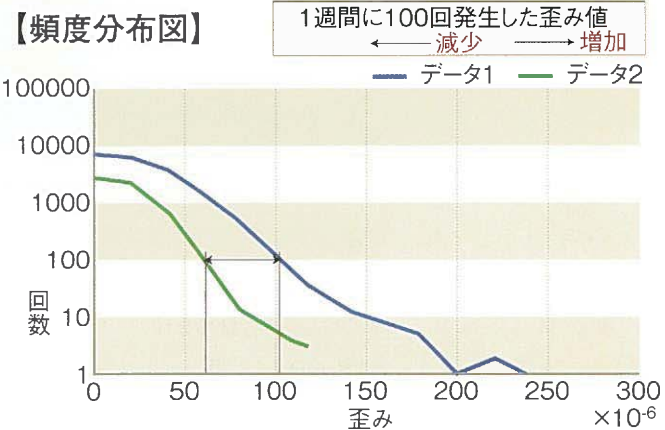
国道34号兵庫高架橋(佐賀県)

試験方法

一般交通における頻度測定 各計測7日(1週間)

グラフの見方

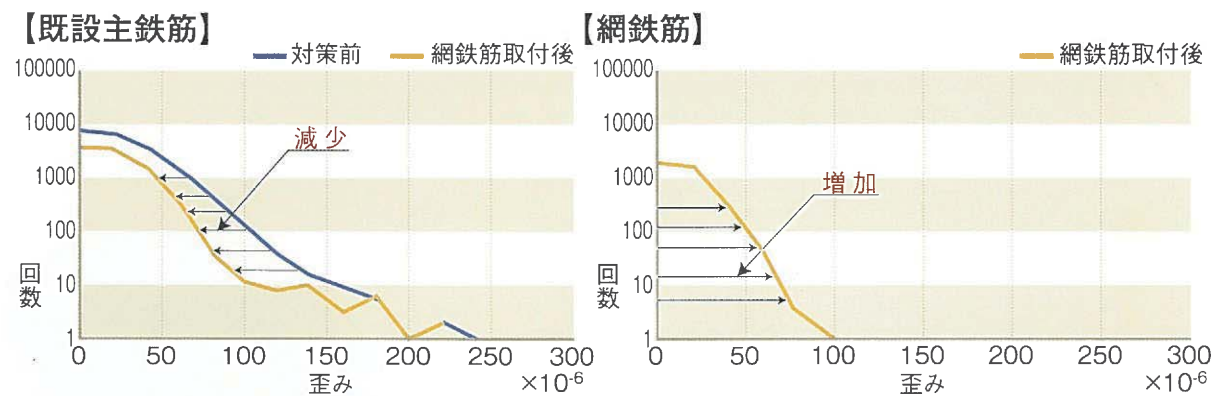
一般車両は必ずしも同じ荷重ではないため1週間の長い時間をかけ誤差を少なくし、同じ回数発生した歪みによる比較をします。右グラフでは100回発生したデータ1では約100 μ 、データ2では約50 μ となります。



網鉄筋貼り付け後

第1段階

下のグラフは対策前と網鉄筋貼り付け後の比較のグラフです。



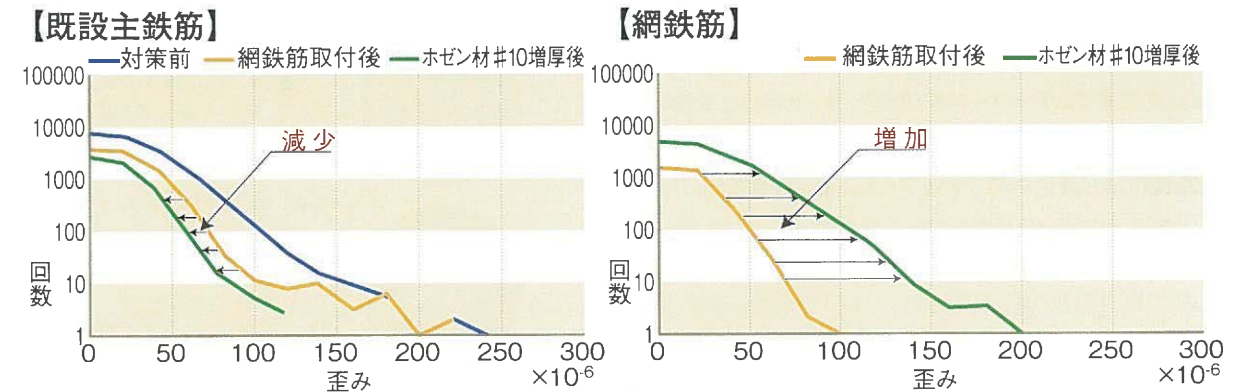
これにより網鉄筋を貼り付けた時点で既設鉄筋の歪みが減少し、網鉄筋の歪みが増加していることが確認されています。このことは、網鉄筋を貼り付けただけで長寿命化効果があり、網鉄筋と既設床版の挙動が一体化していることを表します。



ホゼン材#10(ポリマーセメントモルタル)増厚後

第2段階

下のグラフは網鉄筋貼り付け後とホゼン材#10増厚後の比較のグラフです。

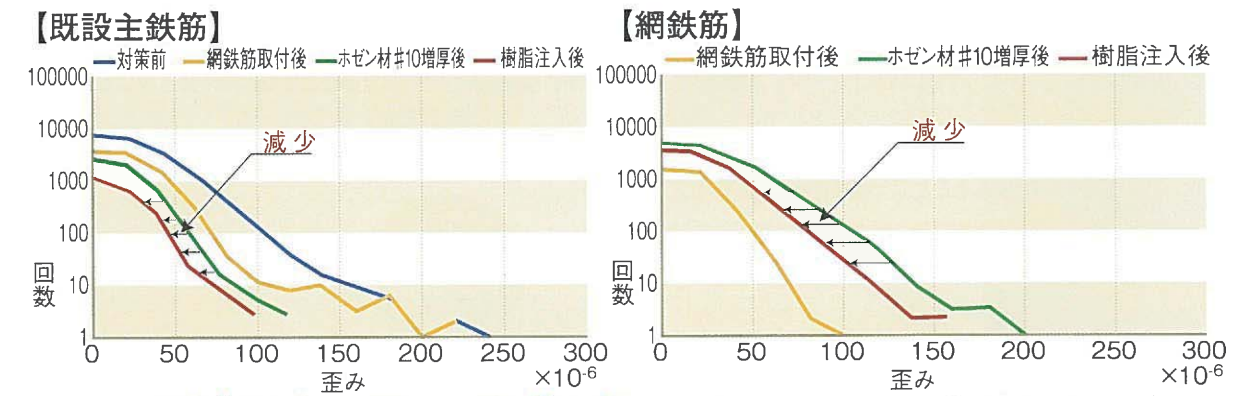


グラフより既設鉄筋の歪みは減少し、網鉄筋の歪みは増加していることが確認されます。貼り付けた網鉄筋への応力伝達は、テーバー付T型アンカー位置つまり(点)による伝達になっています。これをホゼン材で増厚し、(面)の伝達にすることで、応力伝達率が向上し、歪みの量を減少させることができます。

樹脂注入後

第3段階

下のグラフは網鉄筋貼り付け後から樹脂注入後の比較のグラフです。



グラフから、既設鉄筋と網鉄筋の双方とも歪み量が減少していることが確認されます。網鉄筋貼り付け及びホゼン材#10増厚では既設鉄筋の歪み量が減少し、その減少分を網鉄筋が受け、増加していましたが、双方減少する結果から既設コンクリートが応力の分担を受け持ち出したことが確認されます。つまり、ひび割れ断面だった床版が全断面有効に働き出しています。

輪荷重走行試験機における 疲労耐久性・試験結果

旧建設省土木研究所(財)土木研究センター、民間15社による共同研究「道路橋床版の輪荷重走行試験機における疲労耐久性評価手法の開発」において得られたものです。(平成11年10月)

試験の着目点

(1) スーパーホゼン式工法の補強効果の持続性の確認

スーパーホゼン式工法ではテーパ付きT型アンカーを用いた工法に樹脂注入を加え、一体化の向上を図っています。そこで本研究では施工後すぐに輪荷重をかける試験により養生中のひずみやたわみを計測する他、ひび割れや浮きに着目して**養生中(材料硬化前)の輪荷重の影響について調べました。**

(2) スーパーホゼン式工法の破壊に至る経過の確認

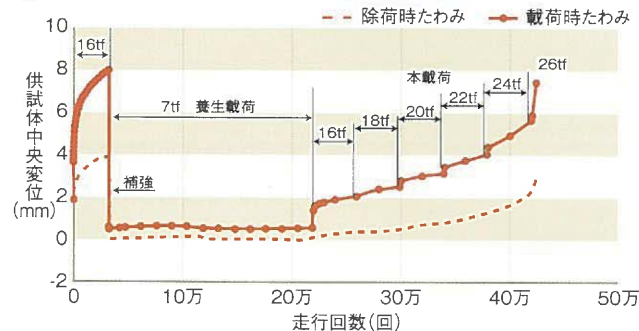
スーパーホゼン式工法の有効性についての荷重試験は、50橋以上の実橋で行ってきましたが、破壊に至るまでの経過の確認は実橋において行うことはできません。本研究では**破壊に至る荷重までのひずみやたわみの関係に着目し、どの荷重段階まで一体化が保持されているかについて調べました。**

(3) 平成8年道路橋示方書に準じて制作されたRC床版(RC8)との比較

スーパーホゼン式工法はRC39供試体に対して不足した鉄筋量を付加するため理論的にRC8供試体を越えることはできません。そこで本工法により補強された供試体の**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。**

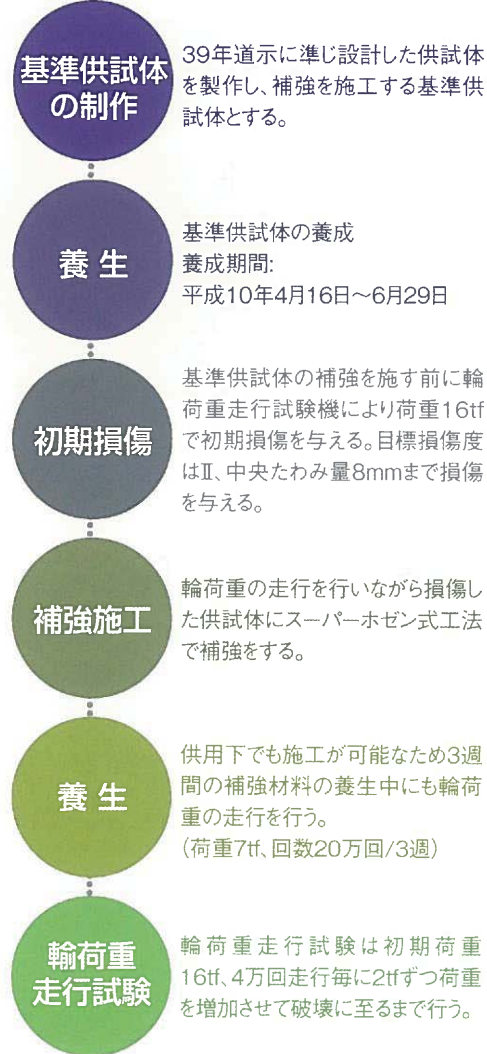
(5) 試験結果

【供試体中央変位による試験の流れ】



補修・補強工法の場合は初期荷重、養生荷重および本載荷(段階荷重)と三つの試験を行うため、一連の流れが分かるよう中央変位の変化で表しました。本載荷(段階荷重)初期荷重16tfから4万回走行毎に2tfずつ荷重を増加させ、六段階目の26tfで変位量が急激な増加があらわれ内部破壊と上部の陥没が確認されたため試験を終了しました。**初期荷重と本載荷で同荷重16tfにおいて変位量が補強前約8mm補強後2mmと約1/4減少していることが確認されます。**

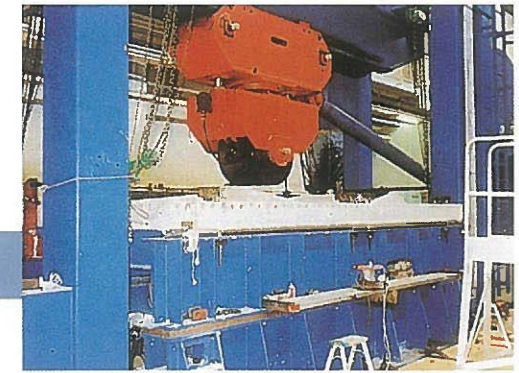
(4) 実験概要



着目点のまとめ

(1) 養生中の輪荷重の影響

養生中の供試体中央変位は全体的に下り傾向になっていることから、増厚材の硬化により**補強効果が向上していると推察されます。**



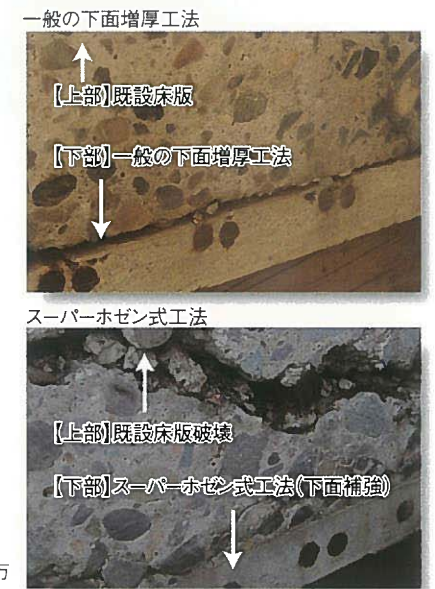
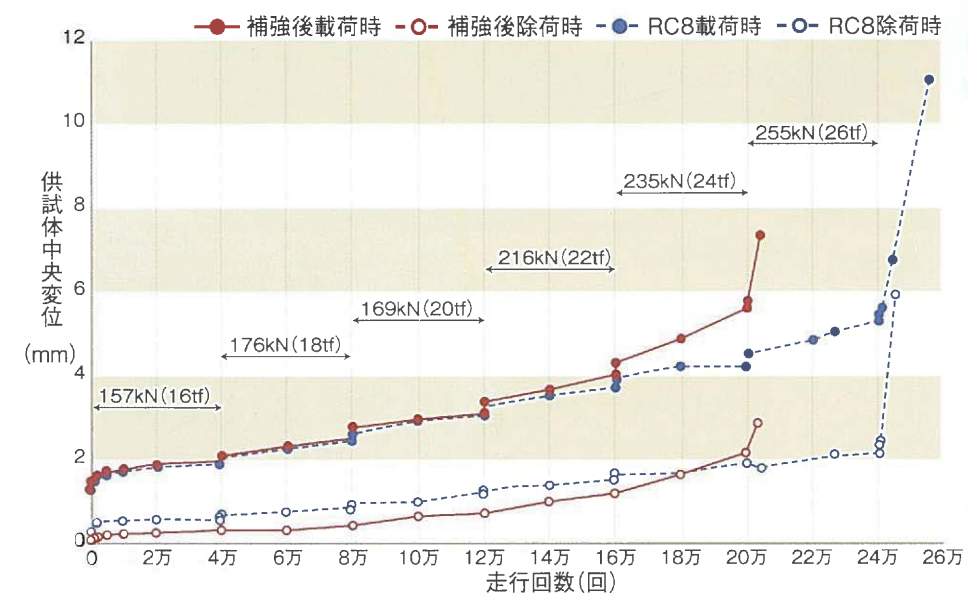
(2) 一体化の保持

既設鉄筋(上下面)の中央ひずみによる比率から、養生荷重7tfにおいては全断面有効の中立軸を示し、既設鉄筋と補強鉄筋の中央ひずみによる比率からは、養生荷重7tfから本荷重18tfまで全断面有効の理論比率に近い値を示しました。

一体化の保持については、既設鉄筋(上下面)と補強鉄筋の中央ひずみ分布図より**24tfまで一体化の保持が確認されました。**また、変状の変化からひび割れの発生量が増えると浮きの発生が24tfであることから24tfで一体化が少しずつ破壊されたと推測されます。

(3) 荷重によるRC8供試体との比較

本載荷(段階荷重)の供試体中央変位と走行回数の関係から、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、載荷時のたわみ量が近似値でした。**



静的補強効果確認試験

国道443号鼓谷橋(熊本県八代郡泉村)

試験方法

25t荷重のダンプにおける測定位置直上の静的試験

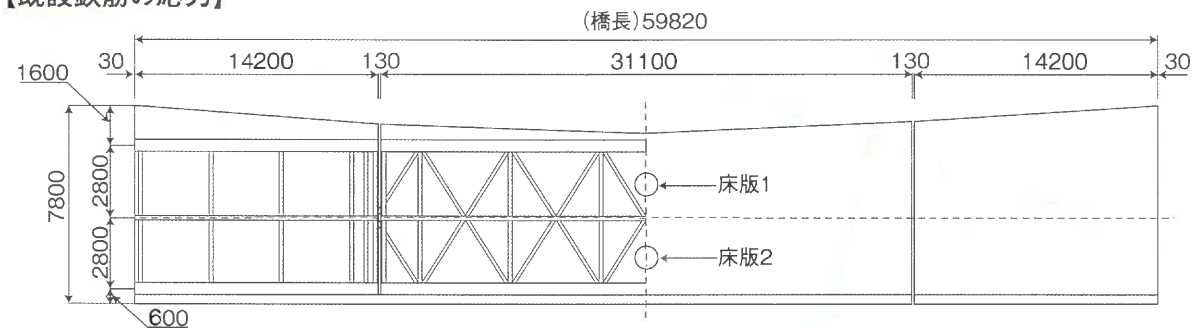
計測回数

1.対策前 2.網鉄筋圧着固定 3.対策後3週間 計3回

既設鉄筋の応力における検討

荷重に対する床版既設鉄筋の応力度は、対策後は **減少**しており、網鉄筋による十分な長寿命効果が得られたことが確認できました。

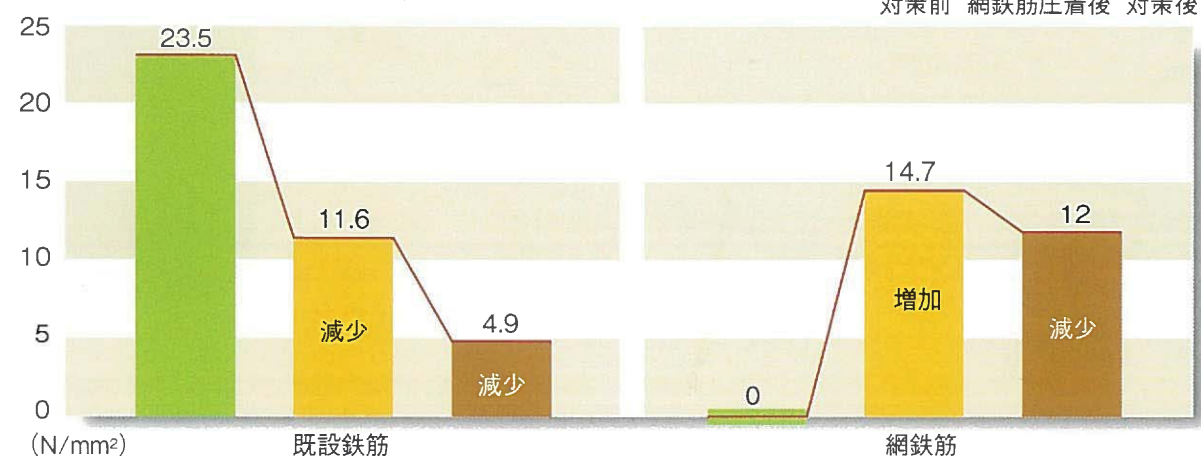
【既設鉄筋の応力】



応力の減少

既設主鉄筋は、工程が進むにつれて応力が減少しています。これは長寿命効果が向上し、従来既設鉄筋が受け持っていた応力を網鉄筋が受け持たしたからだと考えられますが、**網鉄筋の応力変化では網鉄筋貼り付け後よりも対策完了後の方が減少**しています。つまり樹脂注入の効果により既設鉄筋と網鉄筋以外の**コンクリートが応力を受け持たした**と考えられます。樹脂注入によりひび割れ断面の床版が全断面有効に働きだしたと考えられます。

【網鉄筋応力の変化 床版1】



主な施工事例

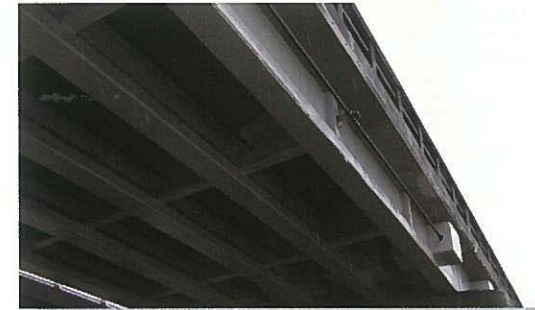
鋼桁橋



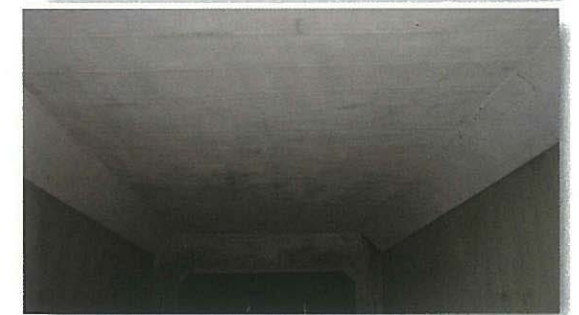
RCT桁橋



PCT桁橋



函渠



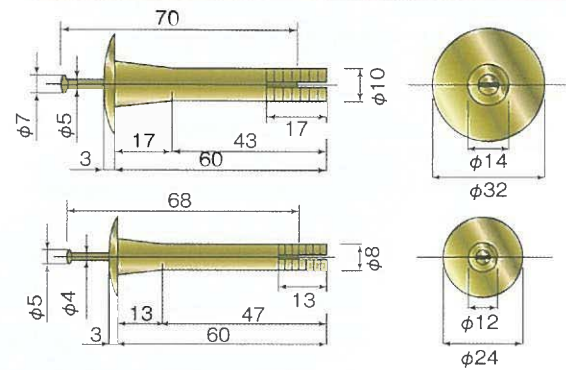
桁補修工事事例



テーパー付T型アンカー

胴部がくさび状(テーパー)に加工してありそれを網鉄筋の交点に打設することにより網鉄筋に緊張力を与え圧着固定します。

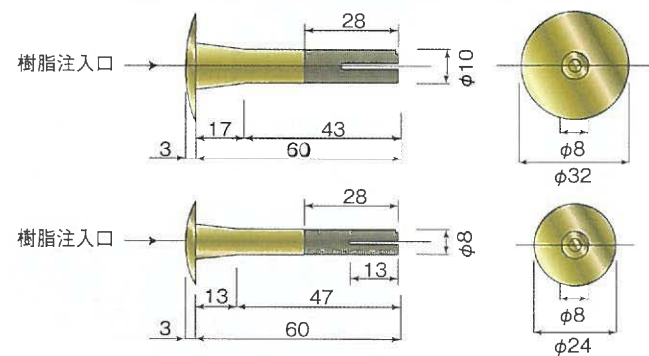
製品詳細図



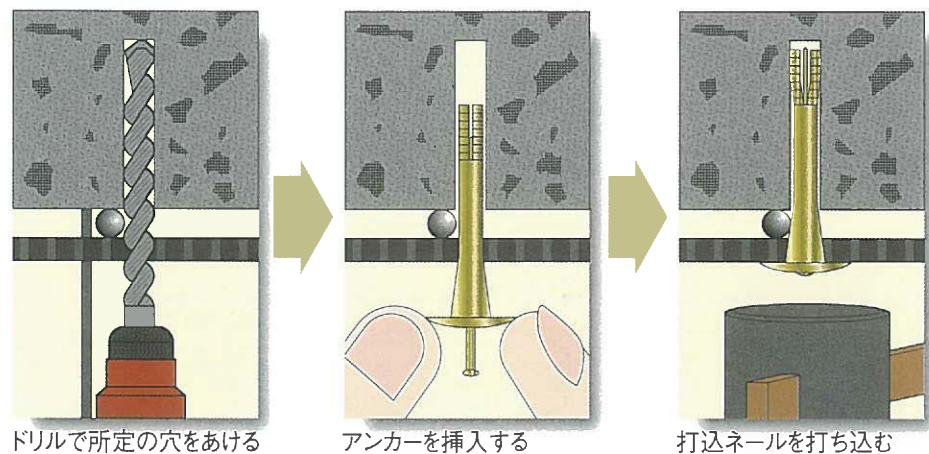
樹脂注入器具

網鉄筋貼り付け時にテーパー付T型アンカーと同時に取り付けておきます。
ホゼン材#10吹付増厚後、圧力タンク付き樹脂プラグを取り付け、樹脂を低圧注入します。

製品詳細図 [FM8]



施工手順



スーパーホゼン式工法 超低粘度エポキシ樹脂

BOメジコン#300FMは、床版の下面増厚部における微細空隙や、(既設床版の)ひび割れ充填に適用される超低粘度のエポキシ樹脂系注入材です。

特徴

1. コンクリート、鉄筋との接着性
2. 超低粘度で、微細な空隙への注入充填性
3. 振動状態での硬化性

荷姿・容量

3kgセット
一般用 主剤:2.1kg
硬化剤:0.9kg

5kgセット
冬用 主剤:3kg
硬化剤:2kg



注入器具の取り扱い方法

超低粘度エポキシ樹脂注入は、注入器具の頭が隠れるまで増厚した後、圧力タンク付き樹脂プラグを取り付けて行います。低圧で樹脂を送り出し注入器具の中を通り窄孔穴に流れ出します。流れ出した樹脂は増厚層の微細空隙を埋めながら広がり硬化していきます。

