

国土交通省 NETIS 登録番号CG-070007-V

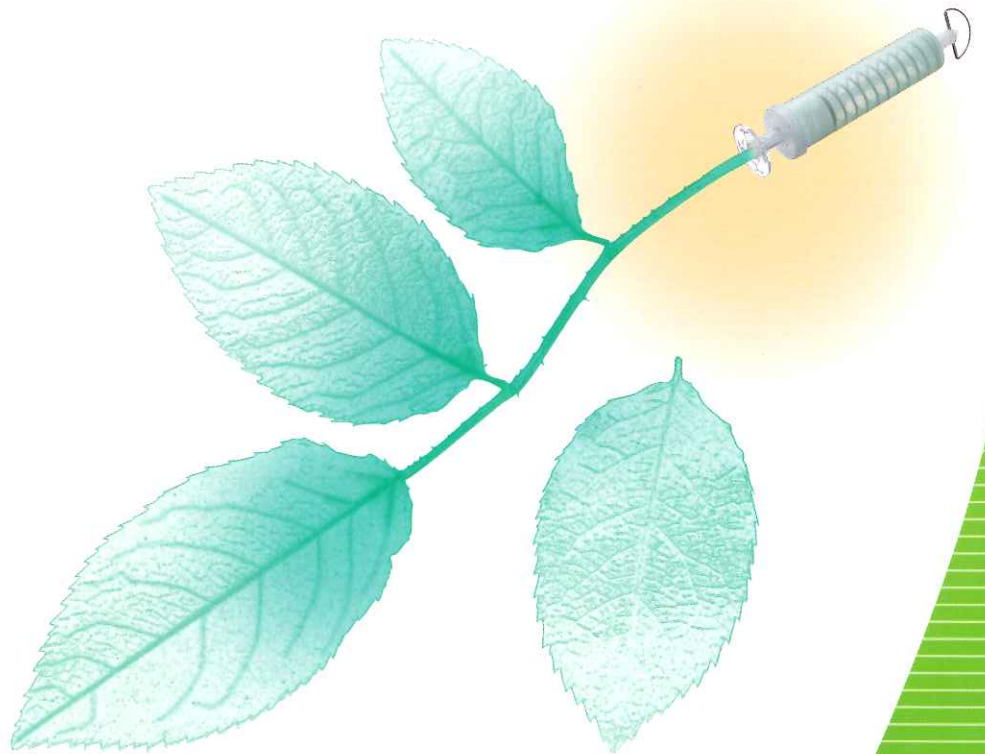
土木学会 技術評価証 第0009号

特許 第5074118号



# IPH工法

(IPHシステム)  
内圧充填接合補強工法



**SG**エンジニアリング株式会社

## IPH工法とは

コンクリート構造物は、地震という物理的な原因による被害や中性化・アルカリ骨材反応という化学的な原因により経年劣化し、破壊するまでその強度を減衰させていきます。その復旧の際には、大規模改修による莫大な費用を伴わない補修方法として「自動式低圧樹脂注入工法」が多用されています。しかしながら、この注入はコンクリート内部構造にまでは達しないものであり、その弱点である「強度復元力」を徹底改良したのが「IPH工法」です。本工法では穿孔穴の内部から注入された樹脂がコンクリート躯体内で放射状に拡散することにより、末端の微細クラックまで充填することができます。その画期的な特長から、鉄筋とコンクリートの付着強度を高めるだけでなく、さらに高い防錆効果が得られる唯一の高密度充填工法として土木学会の技術評価を得ています。

## 特 長

### 1 高密度充填

一般工法では注入用の樹脂の粘度が JIS 規格で 1000mPa・s 以下と設定され、加圧力は建築改修工事共通仕様書で 0.4N 以下と定められています。本工法では高流動性のエポキシ樹脂を用い、注入加圧力を  $0.06 \pm 0.01 \sim 0.02$  N/mm<sup>2</sup> という超低圧に抑えることで毛細管現象も生かされ、まるで植物の葉脈すべてに水分や養分が行きわたるようなイメージの高密度かつ高精度な充填が可能になります。さらに、注入器 (IPHカプセル) 本体には、注入剤の浸透を阻害する内部エアを排出する機能があります。

### 2 耐久性の向上

同上の要素から構造物内の 0.1 mm 以下のクラックへの注入が容易であり、計測実績からは 0.01 mm 程度の微細クラックへの注入も可能です。それに伴い、新設時よりもコンクリート躯体強度が増すことから耐久性の向上が大いに期待できます。

### 3 鉄筋防錆・中性化抑制

下地調整用セメントペースト (IPH#300) の成分が内部鉄筋周囲まで確実に浸透することにより、鉄筋の防錆効果が高まるとともに、再アルカリ化からコンクリートの中性化を抑制します。

### 4 注入状況の可視化と遮光機能

透明な遮光カプセルケースを使用しておりますので、注入剤残量等が目視確認できるとともに、紫外線や日射熱の影響を緩和します。

### 5 供用を妨げない施工が可能

道路・鉄道・空港等、施設の利用状態での施工が可能です。

## 用 途

土木・建築・構造物等あらゆるコンクリート分野の耐震補強を含めた補修・改修・止水。

#### 土 木

トンネル・ダム・堤防・擁壁・橋桁・橋脚・床版

#### 建 築

建築基礎・外壁・構造壁・地下室・レンガ、タイル下地

#### 構造物

パイプライン架台・タンク基礎・ネットフェンス布基礎

## 施工手順

### 下地処理

劣化部・ひび割れ部をVDRダイヤモンド吸塵システムで研磨、欠損部はIPH#600で補修し注入ポイントをマーキングする。

### 穿孔

注入カプセル取付位置を水循環型のIPHミストダイヤで穿孔する。

### 台座取付

注入ポイントにピックアップシールを用い、JP台座を取り付ける。  
(低温時等、高速硬化の必要な場合には、クイックシールを使用する。)

### ひび割れシール

注入ポイント以外のひび割れ箇所は、洩れ防止のためピックアップシールで密閉する。(高速硬化の必要な場合には、クイックシールを使用する。)

### 注入

IPHカプセルを取り付け、E-396Hを注入する。  
(低温時等には、硬化の早いA-396MSCを使用する。)

### 撤去・清掃

注入カプセル及びピックアップシールを取り除く。

### 表面処理

VDRダイヤモンド吸塵システムで平坦に研磨し、IPH#300を塗布する。  
硬化後、無機系通気型撥水塗料セラブレンドP-5000で塗布仕上げをする。

## 作業工程



1 下地調整 (IPH#300塗布)



2 断面修復 (IPH#600塗布)



3 穿孔 (IPHミストダイヤ)



4 注入硬化養生 (IPHカプセル)



5 完成 (橋梁下部)



6 完成 (橋梁全体)

# 柱状供試体の性能回復実験

(広島大学大学院工学研究科 耐震工学研究室)

## 目的

耐震性の低い既存構造物内の柱を想定した柱状供試体の破壊試験後に、IPH工法による補修をし、その後、再度同様の破壊試験を実施し、補修による性能回復の検証をする。



**1** せん断破壊試験後、補修前状況  
柱状供試体 (製作時 N-02)



**2** 欠損部の修復状況  
使用材料 IPH#600



**3** エポキシ樹脂低圧注入状況  
IPHカプセル  
注入圧力 0.06N/mm<sup>2</sup>



**4** 補修完了状況  
表面研磨仕上げ



**5** せん断破壊試験状況  
正側 1/50 第1回目



**6** せん断破壊試験状況  
負側 1/50 第1回目  
せん断破壊位置は、注入位置ではなくオリジナルコンクリート。

## 結論

補修前のせん断破壊試験では、水平変形角 1/200 で斜めひび割れが発生し、正側 1/100 第1回目では耐力を維持していたが、負側 1/100 の载荷中にひび割れが一気に拡大し終局した。

補修後の同試験では、正側 1/50 第1回目では耐力を維持していたが、負側 1/50 を目指す途中でひび割れが拡大し終局した。以上の結果、本柱状供試体の製作時と補修後と比較すると水平耐力が10～30%上昇し、補修による補強効果の発現が判明した。

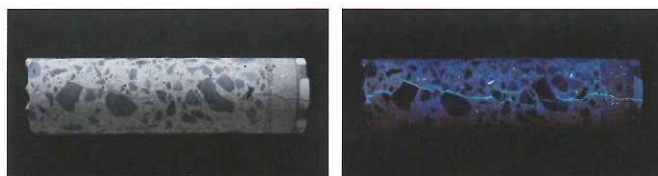
最大耐力等

試験体名	最大耐力 (正) (kN)	最大耐力 (負) (kN)	最大耐力 (正負平均) (kN)	回復率	Q <sub>mu</sub> (kN)	Q <sub>su</sub> (kN)
N-01 製作時 N-1 補修後	228.4 275.1	237.5 265.1	232.9 270.1	<b>1.160</b>	227.9	212.4
N-02 製作時 N-2 補修後	127.8 163.7	129.7 178.9	128.8 171.3	<b>1.330</b>	174.1	120.0

Q<sub>mu</sub>: 曲げ耐力計算値 Q<sub>su</sub>: せん断耐力計算値

## 注入剤 (E-396H) の充填状況

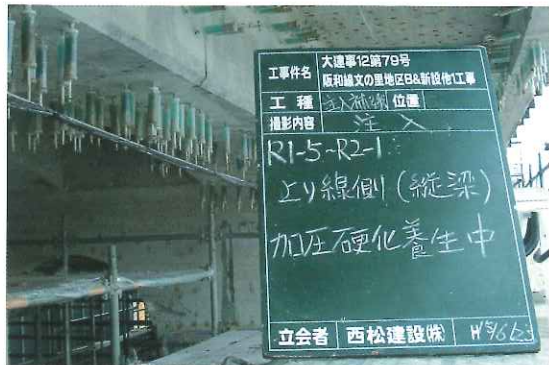
ブラックライト照射評価  
高流動のエポキシ系注入剤が、エア混入も無く高い密度で充填されています。



## エポキシ樹脂注入状況

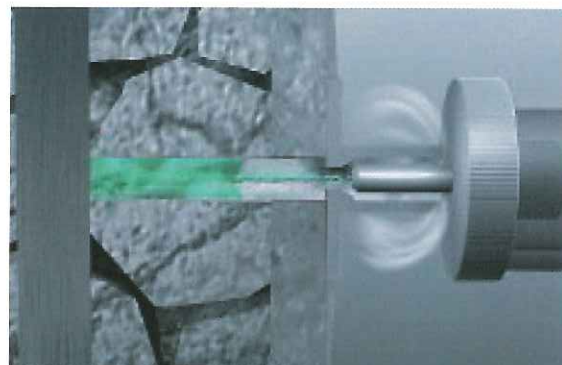
【JR 軌道高架橋桁下部補修】

- ◆ 昭和4年竣工の阪和線高架橋補強工事
- ◆ 縦梁の水平下部及び垂直面へのIPHカプセル注入状況



## 注入イメージ

注入時にクラック内の空気が反力エアとして外部へ放出されます。それにより躯体内部の空気圧が高ならず、注入剤の自然な浸透が阻害されません。



## 震災復旧工事

【山陽新幹線高架橋中層梁】

中層横梁の損傷状況 (梁幅W=700mm)



梁上下平面及び垂直面へのIPHカプセル注入状況



## RC地下道 止水及び防錆補強工事

- ◆ 昭和2年に開業した日本初の地下鉄
- ◆ 地下通路の壁・天井の止水工事

施工前



完成



## 水力発電所地下RC部 止水及び防錆補強工事

◆ 経年劣化した壁・天井の補修・補強



## 橋梁下部 剥離部補修・防錆補強工事

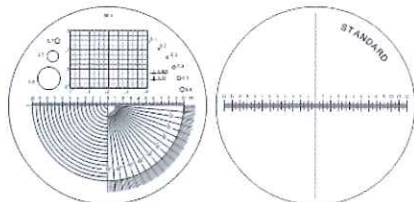
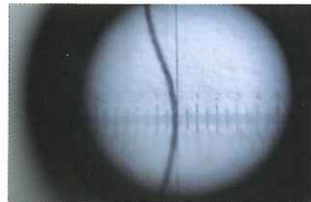
◆ 剥落したコンクリートと露出鉄筋の防錆補強



## 調査機器

### 事前調査 ライトスケールルーペ

特徴：スケール付き・LED照明内蔵



LEDライト付きで暗い場所での計測も可能。

付替え簡単な2タイプスケール

付属品

- ・スケール板 2枚 (1枚取付済)
- ・ウエス 1枚
- ・LR41×3個 (テスト用)
- ・接眼部キャップ

## 使用機械工具・副資材

### 下地処理 VDRダイヤモンド吸塵システム

粉塵を出さない快適な作業を可能。



VDRダイヤモンド吸塵システム



VDRカッター用



VDRポリッシャースケルトン



- ・ディスク面の8箇所の穴から同時削粉を吸塵し、外部への粉塵を防止します。
- ・あらゆる塗装材、ライニング材に、9種類のディスクを使い分けます。

### 穿孔 IPHミストダイヤ

無振動、低騒音で快適作業を実現。



IPHミストダイヤ



■施工例

- ・穿孔と同時に削粉は吸塵され、注入水で洗い流しながら循環水装置内のフィルターで濾過されます。

### 注入準備 ピックアップシール

### JP台座



特長

- ・柔軟性と初期強度に優れ、撤去時の剥離性にも優れています。
- ・1液湿気硬化タイプで作業効率が高まります。
- ・無溶剤タイプで安全です。

荷姿

330ml/本 (10本セット×2)



材質

耐熱プラスチック

寸法

直径41mm  
厚み3mm  
突起部(躯体側)高さ3mm

### 注入 IPHカプセル

ひび割れ補修箇所への、高流動性エポキシ樹脂の注入。



IPHカプセル



最大注入圧力 0.06N/mm<sup>2</sup>

- ・スプリングによる低い圧力で、ゆるやかな注入ができます。
- ・注入液容器は、脱着式のジャバラを使用しますので、カプセル本体は繰り返し利用できます。
- ・カプセルは透明度が高く、注入剤残量等が目視確認できます。

# IPH工法 使用材料

## IPH#300

### 鉄筋防錆・下地調整用 ポリマーセメントペースト

#### 特長

- ・露出鉄筋部の防錆と周囲のコンクリートの中酸化抑制を同時に行う塗布型の防食ペーストです。
- ・さらに、コンクリート内部に浸透することから、躯体全体の防錆と中酸化抑制を促進します。
- ・広範囲の注入剤の洩れ止めペーストとしても使用できます。

#### 荷姿

15kg /1セット

主材	粉体	10kg/袋
混和剤	防錆アクリル樹脂エマルジョン	5kg/缶

## E-396H

### 低粘度高流動エポキシ樹脂

#### 特長

- ・微細クラックへの注入が可能です。
- ・混合液の可使時間が長く、作業性に優れています。乾燥面だけではなく、湿潤面や漏水箇所にも高い硬化力・接着力を発揮します。

#### 荷姿

18kg (3kg×6セット)

主剤	エポキシ樹脂溶液	2kg/缶
硬化剤	変性ポリアミン	1kg/ポリ容器

## IPH#600

### 断面修復・欠損部補修用 ポリマーセメントモルタル

#### 特長

- ・欠損断面の厚みに影響されない強度安定性があります。
- ・橋脚・橋台等、振動する躯体にも高い接着力を発揮します。
- ・下地への吸着性に優れプライマーを必要としません。

#### 荷姿

22kg /1セット

主材	粉体	20kg/袋
混和剤	アクリル樹脂エマルジョン	2kg/缶

## A-396MSC

### 速硬型アクリル樹脂

#### 特長

- ・硬化時間が短く、注入作業終了後1～2時間程度で注入器の撤去が可能です。
- ・特に冬期の低温時や、道路・鉄道等、施工速度が要求される現場に最適です。

#### 荷姿

10kg箱入り (5.0kgセット×2)

主材	アクリル樹脂	2.5kg/ポリ容器
硬化剤	メタクリル樹脂	2.5kg/ポリ容器

## IPH#800

### 断面修復・欠損部補修用 一材型ポリマーセメントモルタル

#### 特長

- ・一液材料であり、所定量の水と混練するだけで使用できます。
- ・特殊繊維の効果から収縮率が小さく、高いひび割れ抵抗性があります。

#### 荷姿

25kg /1袋

主材	粉体	25kg/袋
----	----	--------

## セラブレンドP-5000

### 無機系通気型撥水塗料(不燃認定材)

#### 特長

- ・塗膜内に通気性があり、壁内水分を水蒸気として排出します。
- ・無機系塗料であり、コンクリート・モルタルとの接着性が高い。
- ・塗膜表面に疎水層があり、降雨時には撥水性を発揮します。

#### 荷姿

20kg /1缶

主材	変性コロイダルシリカ	20kg/缶
----	------------	--------



**SG**エンジニアリング株式会社

〒733-0861

広島市西区草津東1丁目11-51

TEL (082) 273-6954 FAX (082) 272-7276

E-mail: info@sge-k.com

URL: http://www.sge-k.com/

特約店