

環境対応型ジオポリマー系無機注入

マイクロセル GP 工法

■ ひび割れ注入施工要領書 ■

年 月 日

会社名

工事概要

■ 工事名称

■ 所在地

■ 施主

■ 設計・管理

■ 元請業者

■ 施工業者

■ 工期

■ 工事範囲

目次

概要	1
1. 定義	
2. ジオポリマーとは	
3. 特長	
4. 工法の目的	
5. 用途	
6. 自動式低圧注入工法とは	
マイクロカプセル GP 工法の特長	2
注入器具の形状と部品名称	
環境対応型 ジオポリマー系無機注入材 GP-396	3
ひび割れ調査・診断	4
標準工法 ひび割れ注入施工手順	5.6
注入速度と注入圧力の関係・注入器具の設置間隔・注入量と圧力の変化	7
ひび割れの場合の GP-396 の注入量の計算式	8
GP-396 注入剤を使用する場合の注意点	9
工法選択上の注意点	
注入器具の取り扱い上の注意点	
GP-396 使用上の注意点	
混合攪拌に関する注意点	
施工上の注意点	
安全衛生・安全管理及び環境保全・その他注意事項	10

概要

1. 定義

本工法はコンクリート構造物に発生した微細なひびわれにジオポリマー系無機注入剤 GP-396 をバネ（スプリング）による低い圧力で注入して補修・補強する自動式低圧注入工法である。

低圧の定義は 0.4N/mm²以下の加圧と低圧樹脂注入工法協議会が定めている。

2. ジオポリマーとは

アルミナシリカの粉末とアルカリ溶液との反応によって形成され、セメントを用いずコンクリートと同等の物性を持つ固化体を形成する。セメントを用いないことで製造時の CO₂ の排出が少なく、産業副産物を有効利用したエコな材料で、耐火性、高耐酸性、耐候性に優れる。本工法では低圧注入工法用に開発したジオポリマー系無機注入材 GP-396 を使用する。

3. 特長

本工法は台座をひびわれの注入部に取り付け、ジオポリマー系無機注入剤 GP-396 を入れた注入器具を台座にセットし、バネ（スプリング）の開放で自動的に注入するシステムである。

GP-396 は従来のエポキシと比べて、乾燥面はもとより湿潤面などへの注入も可能で無臭である。また、発熱や引火性がないので安全性が高く、季節別による注入材の使い分けが必要無いためロスが少なく環境や施工者に優しい環境対応型の注入剤である。

セメント系無機注入剤と比べて、事前の通水が必要ないので、工程が少なく済み注入性能はセメント系無機注入材と比べて優れている。

4. 工法の目的

コンクリート構造物の改修工事において、ひびわれの注入工事は必須であり大きなウエイトを占めている。

理由は、コンクリートにひびわれがあると雨水が浸水してコンクリートの中性化が進み、鉄筋の発錆をもたらす構造物の寿命が短くなるからであり、この事は各方面で問題とされている。

こうした問題に対処する本工法の目的は、コンクリートを一体化し、耐久性を確保する事である。

本工法はコンクリートが無機であることから、同じ無機でコンクリートの物性に近い材料である GP-396 を注入する方がコンクリートには適しているという考えから開発されており、GP-396 をコンクリートに充填接着することで構造物の機能をより長期にわたって維持するものである。

5. 用途

コンクリートの微細な乾湿両方の微細なひびわれに適している。

擁壁などの補修・補強

橋脚・床版などの補修・補強

トンネル・外壁・内壁・その他

6. 自動式低圧注入工法とは

旧建設省と低圧注入工法協議会（LPIS）が官民連帯共同研究として「外装材の補修・改修技術開発」（委員長：上村克郎博士）や建設省総合技術開発プロジェクトの「建築物の耐久性向上技術の開発」など研究を重ねてその成果が認められ、コンクリートの微細なひびわれの補修・補強工法として本工法が最も優れていることが立証され、諸官公庁の改修仕様書に採用され実績と信頼を得ている。

今後一層、環境保護や構造物の保全に貢献すると考えられる工法であり、微細なひびわれに対し完全に充填・接着させることが可能で、しかも改修工事で施工上難点とされていた

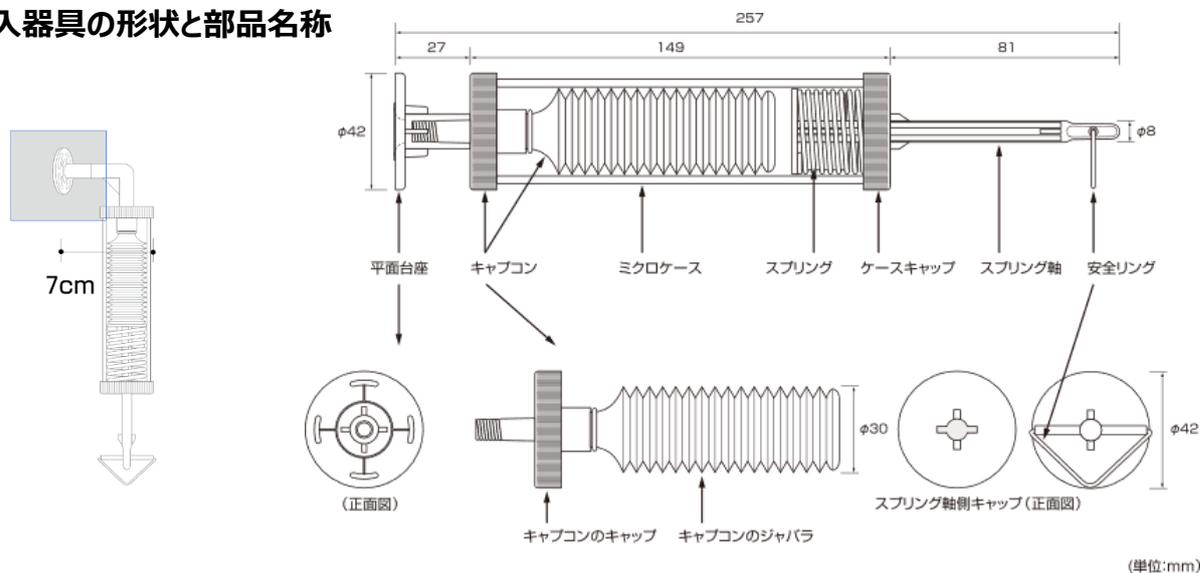
「誰が施工しても同じ結果になる」という一番大切な問題を解決した信頼度の高い工法である。

マイクロカプセル GP 工法

特長

- バネ（スプリング）による低い圧力でジオポリマー系無機注入材 GP-396 を微細なひびわれの深部・末端にまでゆるやかに注入し、ひびわれを無理に増加させない建物に優しい工法である。
- 従来のエポキシと比べて、乾燥面はもとより湿潤面などへの注入も可能となり、季節別の使い分けがないので、在庫管理しやすく、また無臭で、発熱や引火性がないので、環境や施工者に優しい注入剤である。
- 無機注入材であるが、分離せず、先行注入を必要としない。
- コンクリートを一体化し、耐久性を確保するので補強効果が高まる。
- 大規模な施工範囲でも少人数で同時注入ができ、施工結果が均一である。
- カプセルは透明性があり注入していく状況が目で確認できる。
- キャブコン内の注入液残量により、使用量が確認できる。
- 本体とキャブコンがセパレートになり本体は繰り返し使用でき、消耗品はキャブコンと台座のみでエコで経済的。
- L 型ジョイント併用により狭い場所でも施工が可能。
- 水平・垂直・コーナー部にも取り付けられる。
- 注入時に万が一漏れても硬化するまでは水で洗い流すことができるので、現場を汚す事なく作業できる。

注入器具の形状と部品名称



平面台座



出隅台座



入隅台座



ホルダー



ホルダーを使用する時はホルダー用キャブコンを使用する事

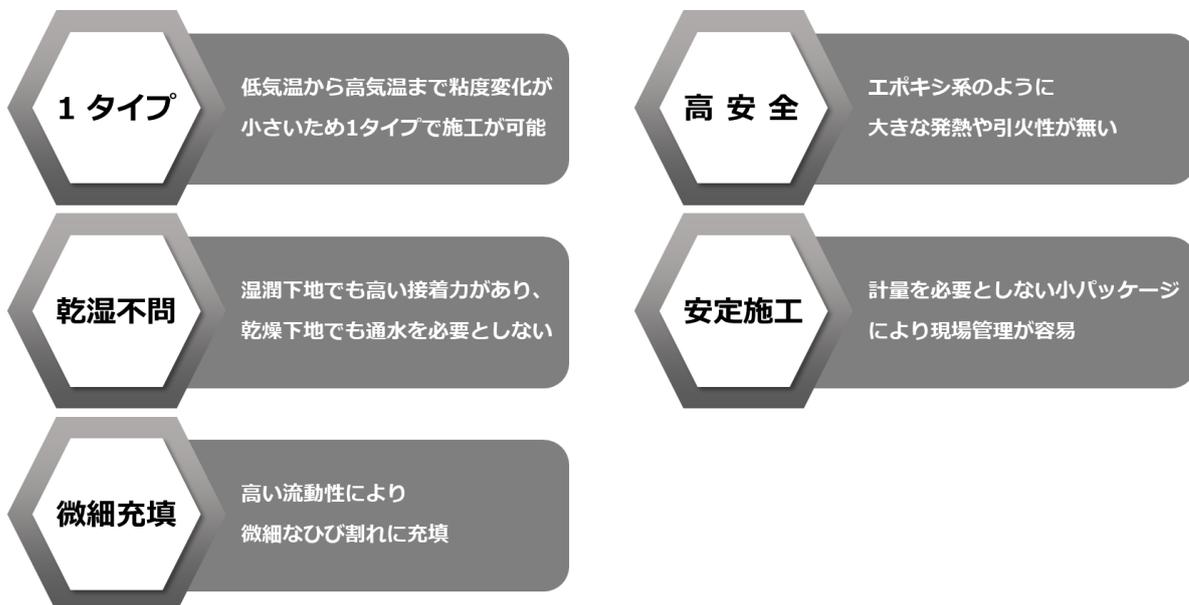
L 型ジョイント



器具の方向を変えることができ狭い場所でも施工が出来る

環境対応型 ジオポリマー系無機注入材 GP-396

特長



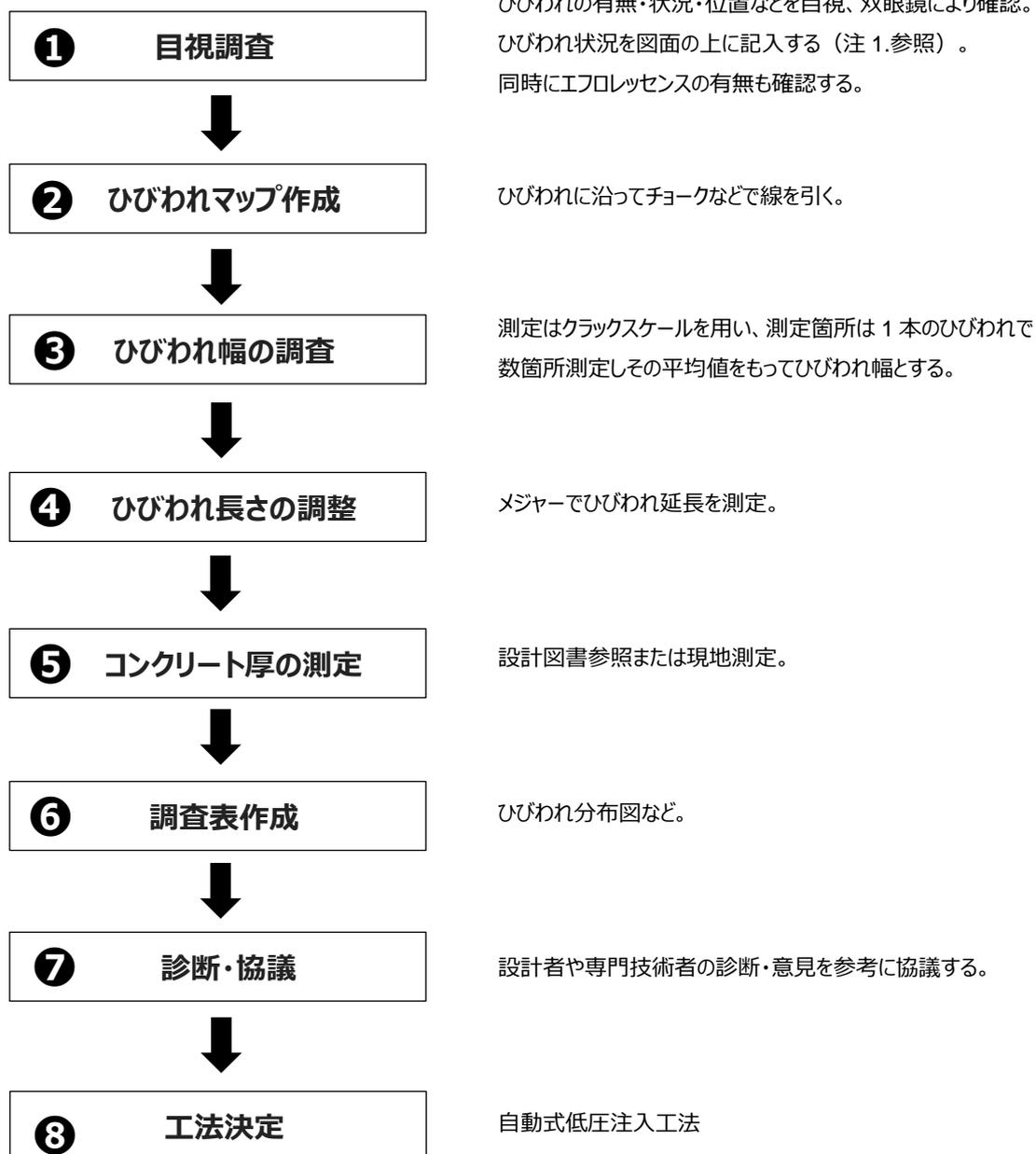
項目	試験値など	備考
圧縮強度 (N/mm ²)	27.3	28日
	35.5	91日
接着強度 (N/mm ²)	乾燥面 3.23	建研式
	湿潤面 3.26	
対象温度範囲	5~35℃	注入可能気温
可使時間	90min	5~20℃
	60min	20~30℃
	40min	30~35℃
硬化時間	約30h	5℃
	約12h	10℃
	約6h	20℃
	約4h	30℃
対象クラック幅 (mm)	0.2~1.0	—
練上がり量 (ケース)	5.14ℓ	—
積算比重	1.72	—
荷姿	9kg/ケース	パウダー1kg×5袋 混和液0.8kg×5本

使用上の注意

- ・ 本製品は強いアルカリ性を呈し、皮膚や粘膜に刺激をしたり炎症を起こす恐れがあります。
- ・ 取り扱い時には保護メガネ・手袋・マスクを着用してください。
- ・ 皮膚についた場合はきれいな大量の水で洗い流してください。
- ・ 目に入った場合はきれいな水で洗浄し、直ちに専門医の診察を受けてください。
- ・ 5℃以上 35℃以下の環境下で使用してください。

ひび割れ調査・診断

工法を選定するにあたり調査・診断は必要不可欠である



注 1：表面に塗膜等がある場合は
表面のひびわれ幅（見かけ幅）と
躯体のひびわれ幅（真のひびわれ幅）とが
異なる場合があるので
必ず表面塗膜を除去して測定する。

標準工法 ひび割れ注入施工手順

① ひびわれ調査

ひび割れの有無、状況、位置等を目視、双眼鏡等により確認。ひびわれ分布状態も調査する。

② 下地処理

ひびわれ周辺のホコリ、油汚れ、塗膜等を取り除き健全な面を出し、乾燥していることを確認する。ひびわれ部が濡れている時はエアドライヤーで乾燥させるか、自然に乾燥してから作業を開始する。又、注入孔が目詰りしているときはサンダーやドリルで目だし作業をする。

③ 注入孔位置の決定

できるだけ等間隔で注入しやすい箇所を選ぶ。
注入ピッチは、ひびわれ巾 1.0mm、コンクリート厚 150mm の条件の時、1m あたり 4～5 本（約 250mm～200mm）の取付けを標準とするが注入ピッチはひびわれ巾やコンクリート厚により異なるので設計者や施工者の判断によるものとする。

④ 台座取り付け

台座用接着剤は台座の中心穴をふさがないようにドーナツ状に塗布する。
台座の中心とひびわれを合わせ台座用接着剤が注入孔をふさがないように取り付け固定する。
台座用接着剤の配合比と可使用時間に注意し、1 回の計量は可使用時間内に使い切る量とする。

⑤ ひび割れシール工

液漏れしないように確実にシールもしくはファイラーを塗布する。
特に台座周りや枝分かれしているひびわれの末端・細部にも入念に塗布する。
貫通しているひびわれには裏面もシールする。ピンホール（泡）がある場合は上から再塗布する。
材料の硬化確認後注入を開始する。

⑥ 注入剤(GP-396)準備

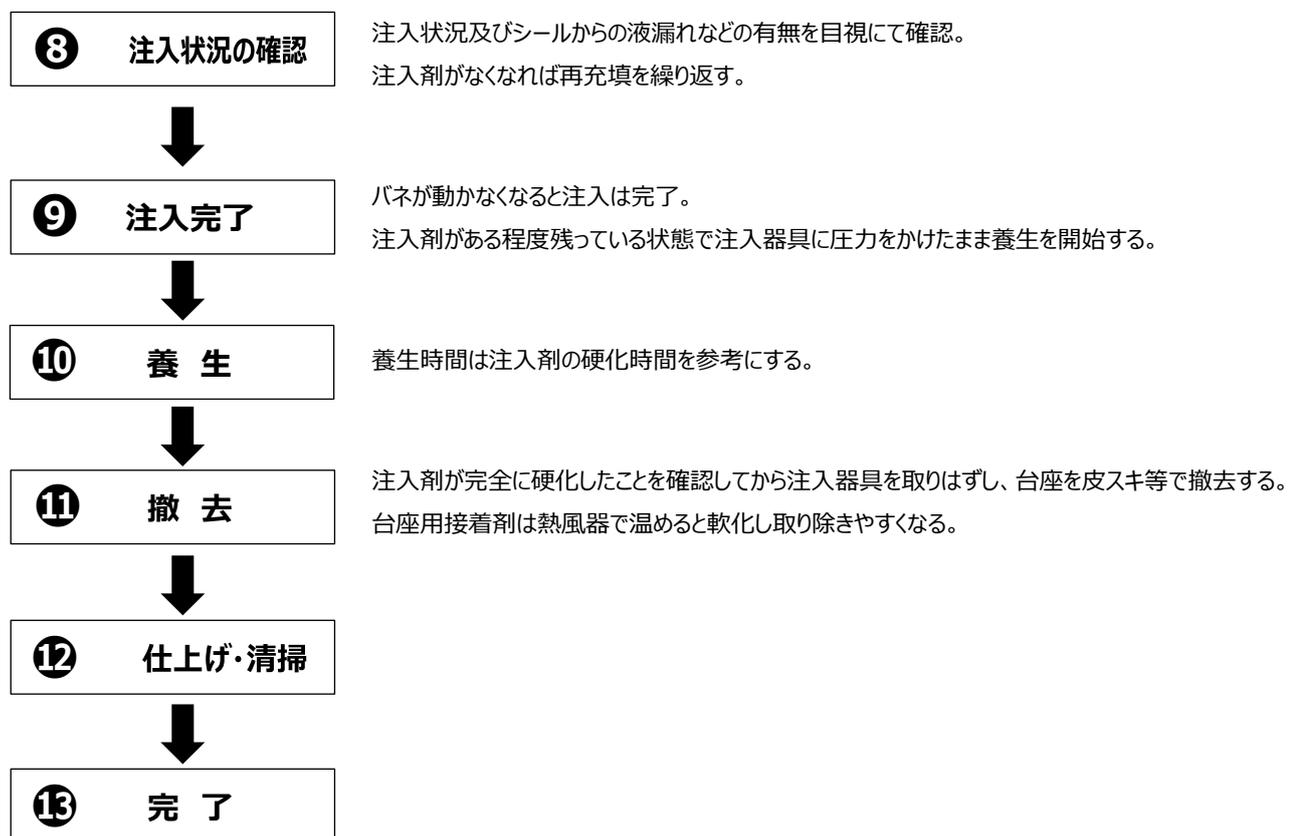
- (1) 気温と材料の可使用時間を確認する。
- (2) GP-396 の比重（1.72）に気を付けて必要量を計算し準備する。
- (3) 異物が混じらないように清潔な混練用の容器を用意する
- (4) 混和液（0.8kg）とパウダー（1kg）を 1 セットとし、混和液→パウダーの順番で容器に入れる。
- (5) 1 分以上ハンドミキサーを用いて均一に攪拌する。
- (6) 容器の底の隅は混合しにくいので特に気を付ける。
- (7) 攪拌中、容器への付着残等がないことを確認しながら十分に混練する。
- (8) キャブコンに注入剤を満杯に入れキャップをしっかり閉めた後、本体に取付ける。

⑦ 注入開始

⑥の注入器具を台座にセットする。注入器具を両手で持ち、バネを緩やかに解除する。必ず加圧されているか確認する。

標準工法 ひび割れ注入

■ 施工手順 ■ つづき

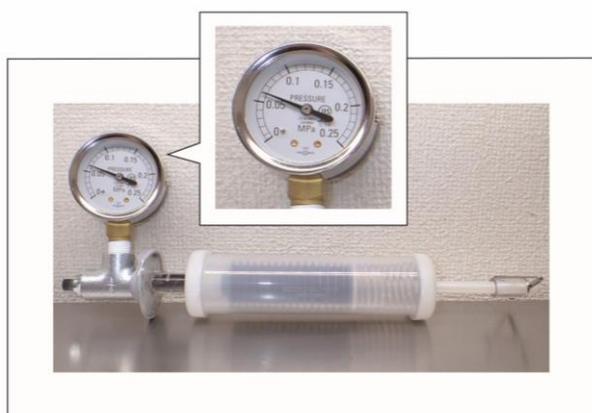


注入圧力

マイクロカプセルの最大注入圧力の
平均値は

0.06N/mm² です。

自動式低圧注入工法の注入圧力は 0.4N/mm²以下であることが定められています。(低圧樹脂注入工法協議会による)
マイクロカプセル工法はこれに適合しています。

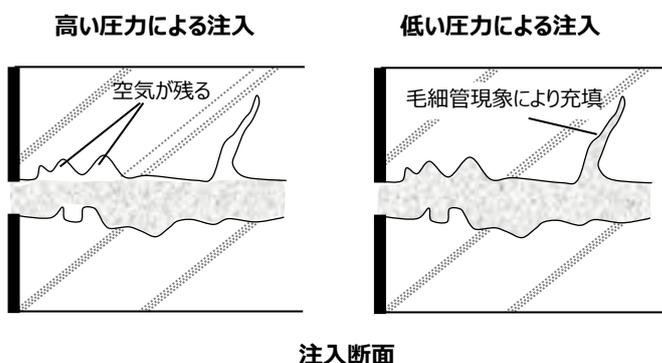


注入速度と注入圧力の関係

注入圧力が高くなると注入時間は速くなるが充填性を考えると一概に高い圧力が良いとは言えない。理由は実際のひびわれ内部は右図の様に複雑な形状を示しアクリル板の様に平滑ではないからである。

高圧力で注入すると内部の空気が圧縮され、かえってひびわれの空隙を増して、完全充填ができないことになる。したがって内部亀裂はそのまま残されており、将来別の箇所への亀裂発生となる起爆剤の恐れとなる。

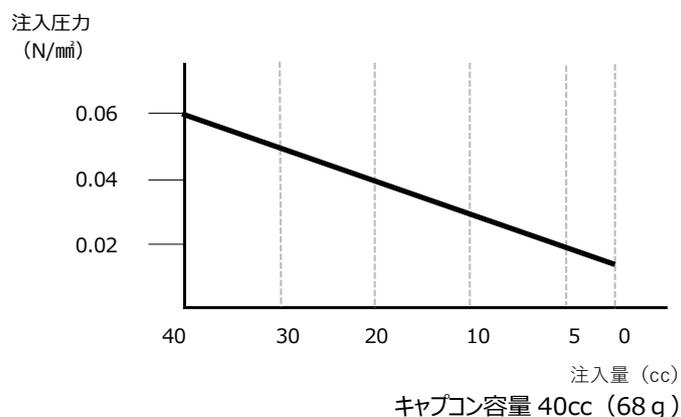
そこで、注入精度を上げるには低粘度の注入剤をできるだけ低い圧力で、長時間かけて注入し充填させることが重要である。



注入器具の設置間隔

注入ピッチは、ひびわれ巾 1.0mm、コンクリート厚 150mm の条件の時 1m あたり 4～5 本 (250mm～200mmピッチ) の取付けを標準とするが、注入ピッチは、ひびわれ巾やコンクリート厚により異なるので設計者や施工者の判断によるものとする。

注入量と圧力の変化



ひびわれの場合の GP-396 の注入量の計算式

- ジオポリマー系無機注入剤は比重 1.72 で算出のこと

注入量はひびわれ表面に見える部分だけでなく、ひびわれ内部がアクリル板のように平滑でなく、形状がかなり複雑であるため、計算値より大きく変わることがある。
従って常に注入量はロス分として 30%以上余分に見込んでおくことが必要である。

$$\text{注入量 } V \text{ (g)} = w \times d \times \text{比重 (1.72)} \times \text{ロス (1.3)}$$

■ 注入量 (V)

(1mあたり)		
ひびわれ幅 (W)	コンクリート厚 (d)	注入量 (V)
1.0mm	150mm	335.4g

[上記算出例]

条件 ひびわれ幅 1.0mm (w) 、コンクリート厚 150mm (d) 、GP-396 比重 1.72
ロス率 30%と仮定した場合

上記条件下では
 $V \text{ (g)} = 1.0\text{mm} \times 150\text{mm} \times 1.72 \times 1.3 = 335.4\text{g}$ となる

GP-396 注入剤を使用する場合の注意点

工法選択上の注意点

コンクリートに発生するひびわれには様々な原因があり、その原因によってひびわれの挙動が異なる。又、複数の原因が重なり合ってひびわれが発生することも多い。そのためすべてのひびわれ補修に低圧注入工法が適用できるとは限らない。

工法の選択は設計者や専門技術者の診断・意見を参考に、協議する。

注入器具の取り扱い上の注意点

注入器具は低圧とはいえ圧力容器なので取り扱いは丁寧に注意深く行い、万一注入剤が漏れた時を想定し対策を万全にする。

注入開始後は必ず加圧されていることを確認する。

夏場は直射日光を避けた場所で保管する。

GP-396 使用上の注意点

GP-396 は、現場での外気温の変化に対し配合比を変更して硬化時間を調整することはできない。従って現場において、予想される現場の気温変化を考慮し、必要に応じて保温したり、直射日光を避けるなど対策を講じ施工時の環境温度を管理する。

混合攪拌に関する注意点

GP-396 は、パウダー（1KG）と混和液（0.8KG）が1セットになっており、計量の必要は無く、使い切りで使用する。

必要な場合は計量器を用いて混合比通り計量する。

パウダーと混和液の配合比率は、カタログや施工要領書に明記されており、この比率を厳守することが重要である。

練り混ぜに対して清潔な容器を用意し、ほかの物が絶対に混ざらないようにする。

混合攪拌は、容器に先に混和液を入れ、その後パウダーを投入しハンドミキサー等で1分以上攪拌し、混合ムラのないよう十分に混練する。

その際ハンドミキサーにはアルミ製の羽は絶対に使用しない。アルカリにより羽が溶出破損する可能性がある。

練り混ぜの際に表面に材料の一部が黒く浮かんでいるが注入性や物性に影響はない。混合不十分の場合、硬化不良や注入不良の原因となる

施工上の注意点

シール塗布時に下地が乾燥していることを確認する。時に降雨雪の翌日は注意し、下地の乾燥を確認の上、作業を開始する。

ひびわれが遊離石灰などで表面が目詰している場合は台座取付部に当る部分をコア取りするため、10mm 径×5mm で目だし作業を行う。ひびわれが切り粉で目詰りしていないか確認の上注入する。

特殊な現場やタイル面への使用の場合は熟練を要するので目立たない所でテスト施工を行い注入結果が良好であることを確認の上、本施工に入る。

現場の気温が5℃以下の時は、注入剤が硬化しにくい場合があるので作業は避ける。

夏場の適用温度は35℃（望ましくは30℃以下）までである。夏の真昼時には現場状況にもよるが太陽の輻射熱により躯体温度が70℃前後になることがある。このような時には施工を避ける。練り混ぜた注入剤は可使時間内に使い切る。

（高温時は可使時間が短くなる）

シールは注入剤が漏れないように末端部にまで確実に実施する。

万一、注入液が漏れた時を想定し対策を万全にする。

必要な箇所には養生をする。

台座接着剤及び亀裂シール材は指定製品をご使用する。指定製品以外をご使用する場合は、各施工会社で必ず注入器具との適性やその他諸条件をテストし、安全性を確認の上使用する。

安全衛生

GP-396 の混和液や攪拌後の材料は強アルカリ性を呈し、皮膚や目、鼻の粘膜につくと炎症を生じる恐れがあるので、付着しないよう取り扱いには十分に配慮し、作業時には保護手袋・保護マスク・防塵メガネを着用する。誤って付着したり、飲用した場合は多量の水で洗浄し速やかに医師の診察を受ける。

その他については労働安全衛生法に準じる。

安全管理及び環境保全

作業現場の安全計画及び安全対策、廃棄物処理などに遵守する。

施工用具（注入器具・ガン・ヘラ・他）などには作業上さしさわりのないよう細等をつけ、落下を防ぐ。

産業廃棄物に対しては許可を受けた産業廃棄物処理業者に委託し適切に処理する。

その他の注意事項

施工にあたっては、カタログ・施工要領書、SDS を熟読し、正しく使用する。

使用した材料に対してロット番号の記録を行う。

器具や注入剤は施工者以外触らないように管理保管する。

本技術情報は当社の試験・研究に基づいたものである。

しかし、記載の諸性能及び特性等は施工条件等により本資料と異なる結果を生じることがある。

本資料の掲載事項は予告なしに変更する場合がある。

絶えず製品改良の努力を続けているのでカタログ掲載商品と現物の仕様・外観・色調等が若干異なる場合がある。

■ メモ