

FST工法について

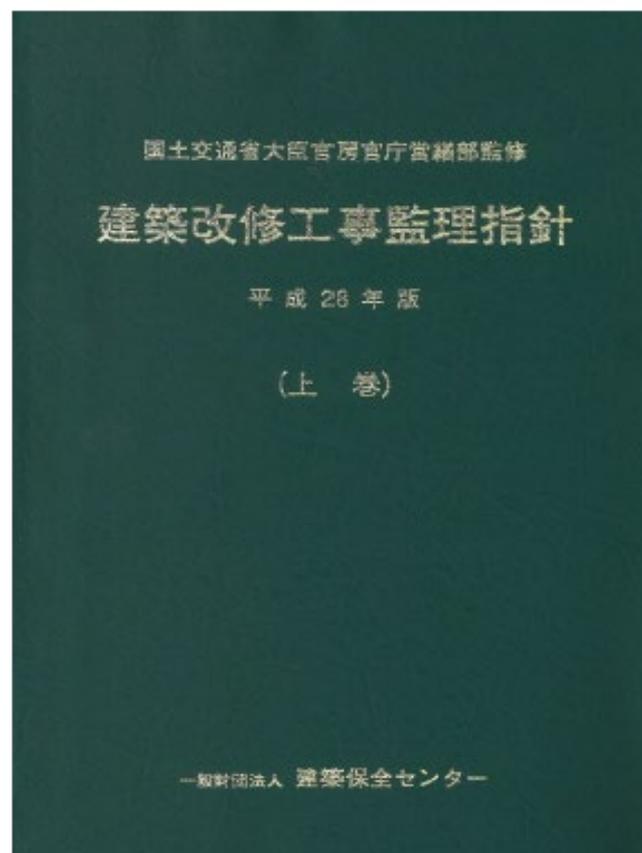
NETIS (国土交通省新技術情報システム)
KT-150123-VR

F S テクニカル株式会社

1) はじめに

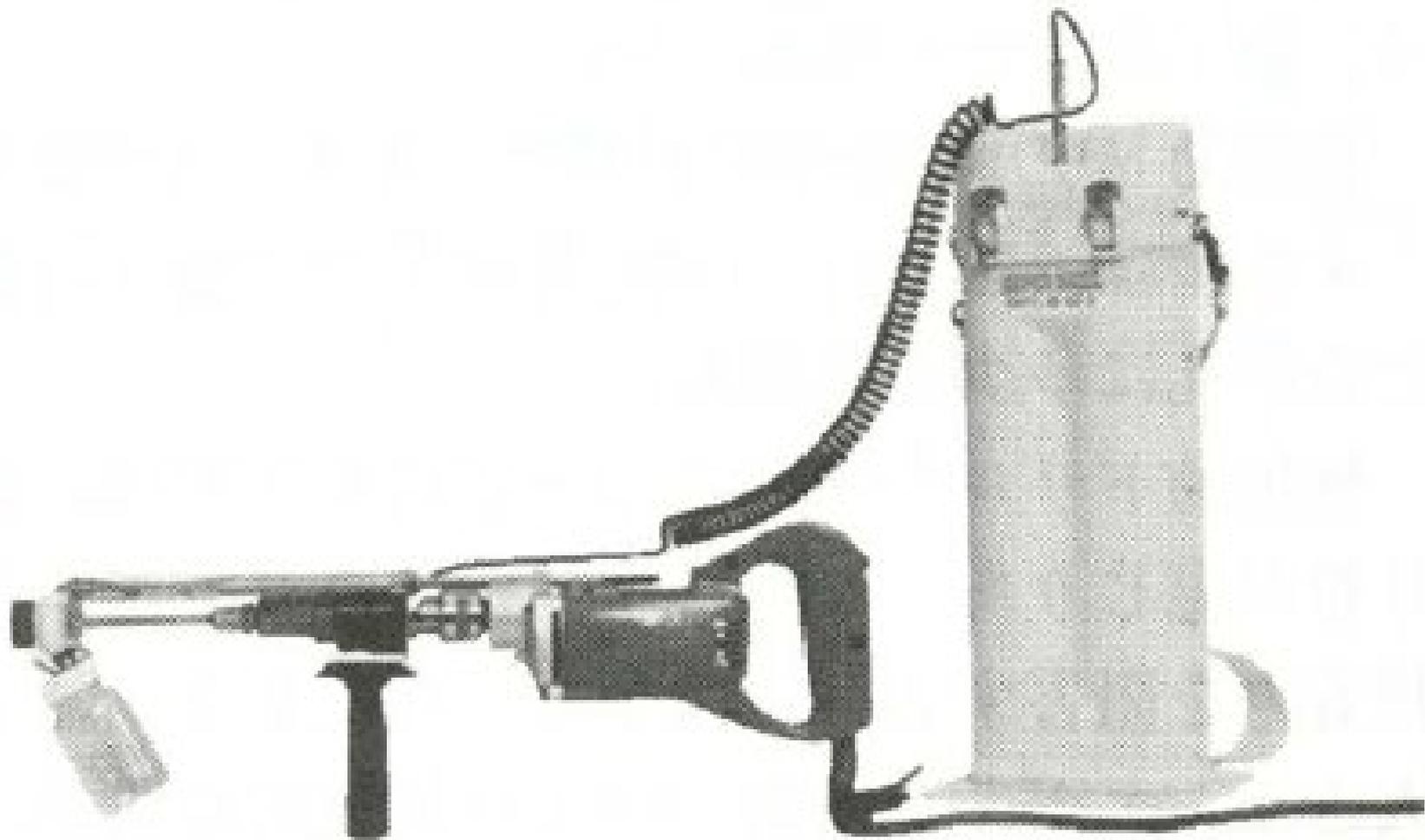
1. 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修『建築改修工事監理指針 平成28年版（上巻）』（一般財団法人 建築保全センター、平成28年12月15日）
2. アンカーピンニング全面ポリマーセメントスラリー注入工法
3. アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法
4. アンカーピンニング全面エポキシ樹脂注入工法

国土交通省大臣官房官庁営繕部監修
建築改修工事監理指針



2) アンカーピンニング部分(全面) エポキシ樹脂注入工法の技術的背景

1. エポキシ樹脂をコンクリート構造体の改修に導入するまでの歴史
 - 1938年 エポキシ樹脂の発見
 - 1948年 エポキシ樹脂の工業化
 - 1960年 我が国におけるエポキシ樹脂の工業生産開始
 - 1967年 原爆ドームの改修でエポキシ樹脂が採用される
2. 1992年 湿式低振動・低騒音型ドリル用ダイヤモンドビットの効率化
3. 1997年 穿孔穴の最深部より樹脂を注入するニュークイックノズルの登場
4. 1999年 湿式低振動・低騒音型ドリルの改善型が『建築改修工事監理指針 平成10年版(上巻)』に紹介される



3)「ピンニング工法」の基本的考え方

期間をおく。

- (v) 上塗りは中塗り硬化の程度を見計らい、1～2日後に施す場合と、7～10日程度、放置してから塗る場合とがある。中塗りが十分乾燥してから施すときは、吸水調整材塗布または水湿しを行ってから塗付けにかかる。いずれの場合も、こて押え十分に平たんに塗り付け、水引きの程度を見計らい、凝結の30～40分前にこてむら・地むらなく、ちり回り正しくなであげて仕上げる。
- (3) 表面仕上げ
- (i) 木ごて仕上げは、金ごてで塗り付け、定木ずりして木ごてで仕上げる。セメントモルタル張りタイル下地とする。
- (ii) 金ごて仕上げは、金ごてで塗り付け、定木ずりして木ごてでならした後、金ごてで押さえ仕上げをする。この場合、平滑な仕上げ面を得るために無機質混和材などを含む調合の上塗りとし、細骨材の量を減少させないようにする。タイル接着剤張り下地、一般塗装、防水下地とする。
- (iii) はけ引き仕上げは、木ごてでならした後、金ごてで軽く押さえ、はけではけ目正しく、または粗面に仕上げる。その際、はけに水を多量に含ませないようにする。吹付け下地、塗装下地とする。
- (4) 目地
- 目地は、モルタルの収縮によるひび割れ、部分的なはく離及び外壁では雨水の浸透による湿潤・乾燥の繰り返し、温度変化に伴う膨張収縮等によるひび割れ防止、異種下地の接合部のひび割れ防止のために設けるものである。
- ただし、既製目地材はその形状等から意匠的に用いられるもので、ひび割れ防止に有効とはならない。
- (5) 下塗りモルタル施工後の注意事項
- 下塗りモルタル施工後は、直射日光や風などによる急激な乾燥を防止するために、硬化乾燥状態により、原則的に施工日又は翌日に水湿し（散水養生）を行い下塗りモルタルを十分に硬化させる。

4.4.10 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法

この工法は、モルタル塗り仕上げ部の浮き部分のうち、通常レベルの打撃力によってはく落しない部分をアンカーピンとエポキシ樹脂で構造体のコンクリートに固定する工法であり、浮き部分の一部分は未充填状態になっているので、浮き間隙内に雨水が溜るような場合は採用ができない工法であるが、浮き面積の拡大を阻止するとともに、大面積のはく落を防止する処置として有効な工法である。図4.4.5にその工法の施工手順を示す。

一方、この工法は浮き面積が正確に測定されていれば比較的簡単に積算ができ、また、工事管理を行う場合も工事が複雑でないので誤りがない等の利点がある。

- a) この工法に用いるアンカーピンの本数は特記によるが、特記がない場合は、16本/㎡とする。同じく指定部分は25本/㎡、狭幅部（幅200mm以下で帯状に剥離している幅の狭い箇所）は、幅中央に200mmピッチにピンを施工する。

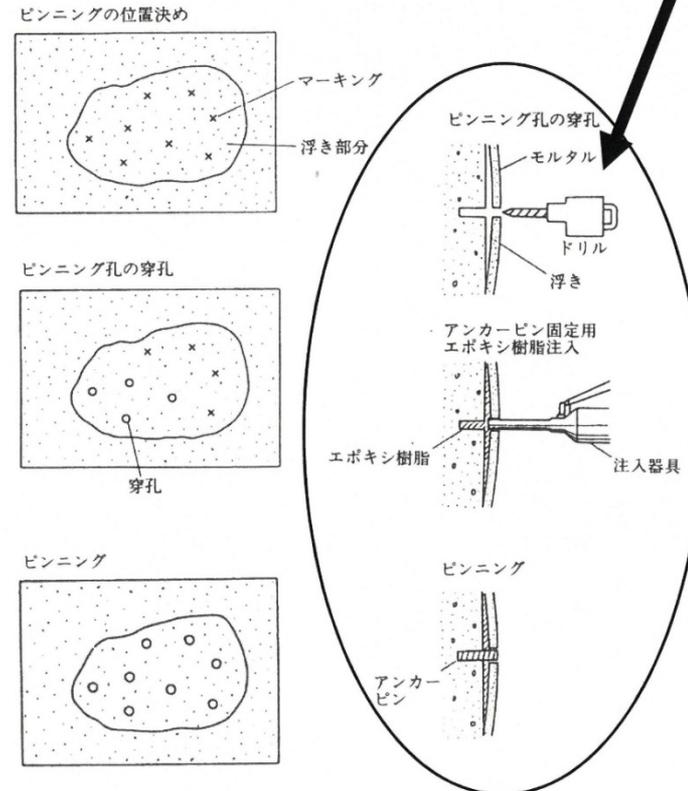


図4.4.5 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法⁶⁾

実際のピンの位置決めにあたっては、浮き部の中央を中心として、上下左右に25cmピッチで基盤の目状に行えばよい。ただし、モルタルにひび割れが発生している場合はひび割れから少なくとも5cm以上離れたところに位置決めを行う。ひび割れのそばに穿孔すると、穿孔の振動でひび割れが新たに発生し、モルタルが欠落するおそれがあるからである。

- b) アンカーピンの引抜耐力は、構造体コンクリートへの埋込深さで決まる。アンカーピン径4mm（全ネジ切り）、埋込深さ30mmの場合は約6,500N、15mmの場合は、約3,000Nの引抜耐力となり破壊はコンクリートの剪断破壊で決まる。また、浮き間隙の大きな箇所は、穿孔時のドリルの振動によるモルタル塗り仕上げ部分のはく落に留意する。
- (c) 穿孔後の孔内の切粉等は、接着の妨げとなるので除去する必要があるが、圧搾

空気だけでは完全に除去できないので、孔内をブラシで清掃後に圧搾空気又は吸引機で除去する方法がよい。

- (d) 穿孔内が湿潤状態であるとエポキシ樹脂の接着に悪影響を及ぼすので、乾燥させるようにする。
- (e) モルタルの浮き代を正確に測定するのは、多くの費用と時間を要するので、打音や先端をカギ形に折り曲げた金属棒などを用いて、浮き代があることを確認する。

浮き代が異常に大きく、標準注入量の25mlでは安全性に疑義がある場合は、事前に注入量の増量等を検討する。

- (f) エポキシ樹脂の均一な混練りは、通常色により判断する。
- (g) エポキシ樹脂の充填に当たっては、穿孔された直径より細い充填用ノズルを用い、その先端を孔内最深部まで挿入した後、ノズルを手前に引きながら行う。短いノズルを穿孔表面に当ててエポキシ樹脂の充填を行っても穿孔内に空気が残存しているので、孔内にエポキシ樹脂の未充填部が生じ、アンカーピンの接着固定が不十分になる。

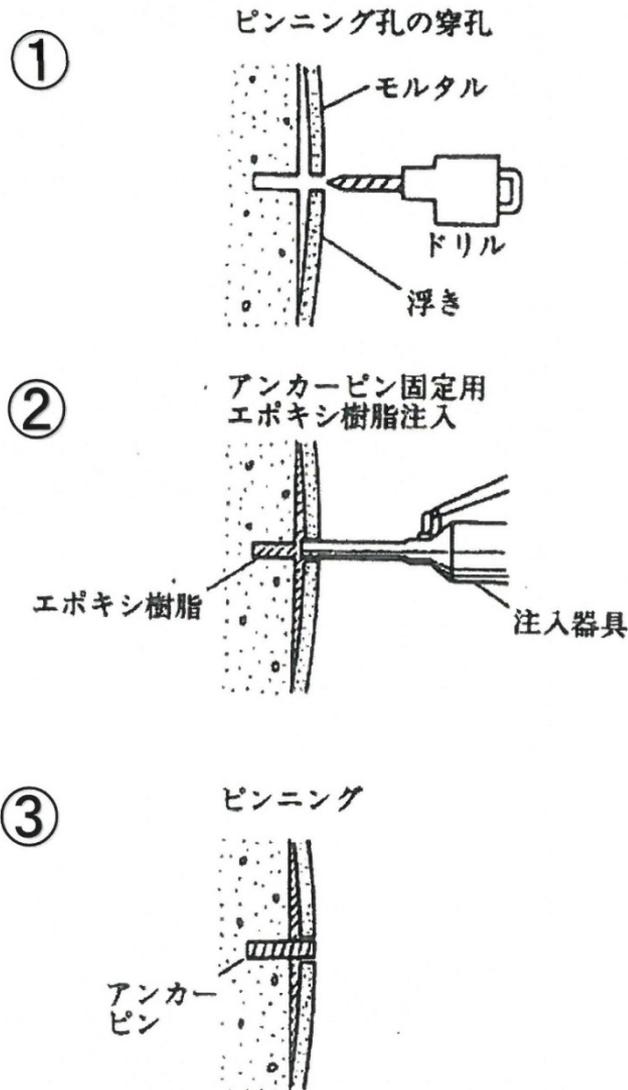
注入量25mlのエポキシ樹脂は、約30gに相当し、浮き代1.0mmで注入圧力による浮き部のはらみがないと仮定した場合、計算上約18cmの円形状に広がり16孔で浮き面積の40%が充填され、残存浮き面積は60%となるが、注入時に手動式注入機の注入圧力によりいく分はらむので充填面積はいく分減少する。

- (h) 充填するエポキシ樹脂は、グリス状で気泡を抱き込みやすく、一旦抱き込むと抜けにくいので、アンカーピン挿入時はアンカーピンのネジ切り部分にもエポキシ樹脂を塗布してから、アンカーピンをゆっくり回転させながら気泡を巻き込まないように注意して挿入する。

4.4.11 アンカーピンニング全面エポキシ樹脂注入工法

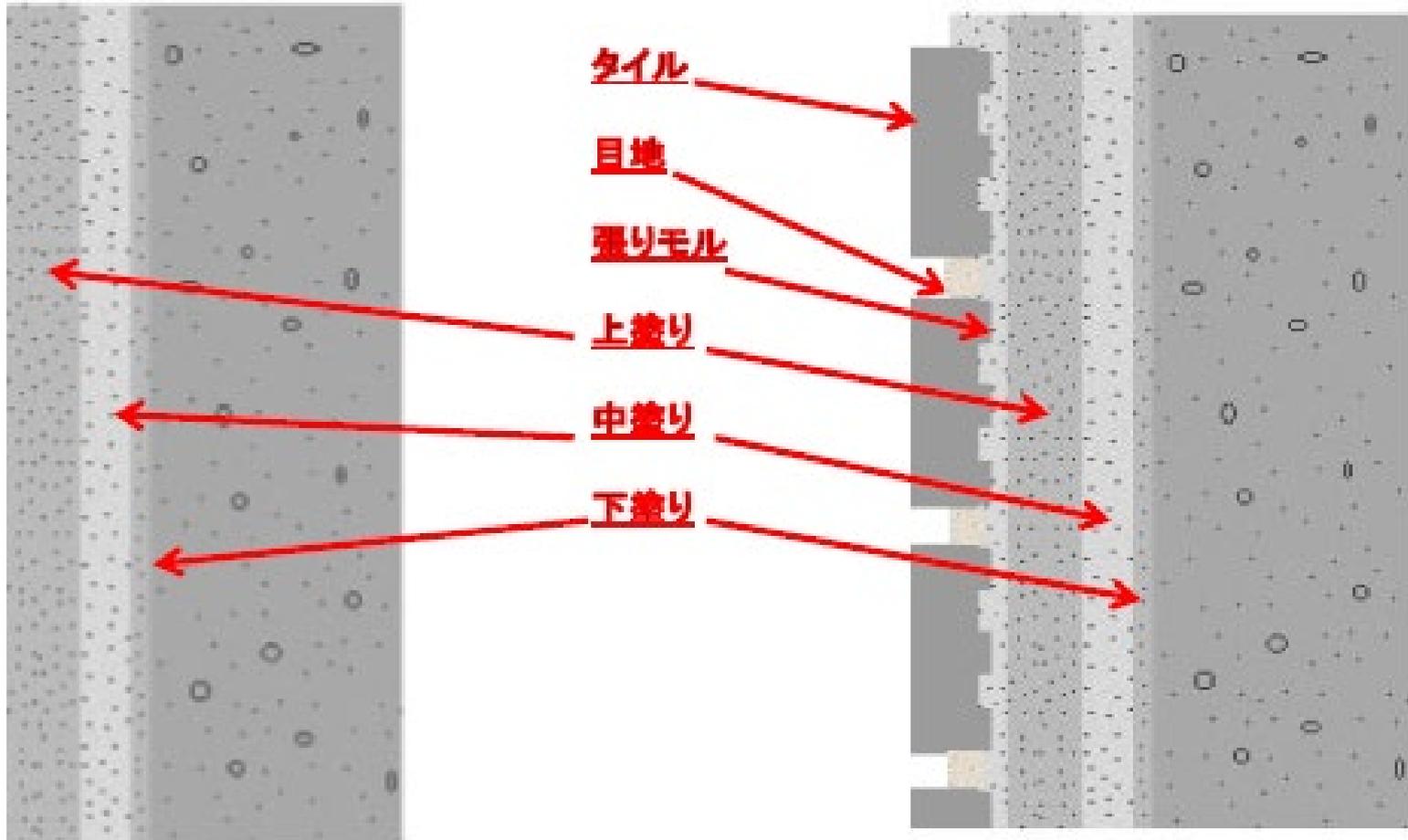
- (a) この工法の施工手順を図4.4.6に示す。
- (b) アンカーピンの施工については、4.4.10と同様である。
- (c) 本工法に用いるピンの本数と注入口の箇所数は、特記による。
狭幅部は、20cmピッチでアンカーピンを打ち、アンカーピンとアンカーピンの中間に注入口を穿孔する。
注入口の数は、打音による空隙部を探して位置を決める必要があるので、標準通りの箇所数で収まることは少なく、現場によって増減する必要があることを承知しておく必要がある。
- (d) 注入口の穿孔深さは、アンカーピンを挿入しないので、構造体コンクリートに約5mmとしている。
- (e) 残存浮き部への注入は、同一浮き部分の最下部注入口から順次右又は左の水平方向に注入を行った後、垂直上部へ移るようにし、隣接又は直上注入口より余剰エポキシ樹脂が漏出したら注入を停止し、仮栓で注入口をふさぎ、未充填、空隙の残らないように作業を進めなければならない。また、注入時は時々ハンマー等

P.413、図4.4.5の拡大図

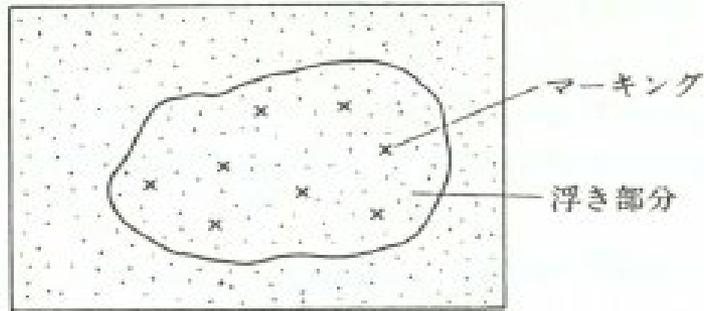


モルタル仕上面

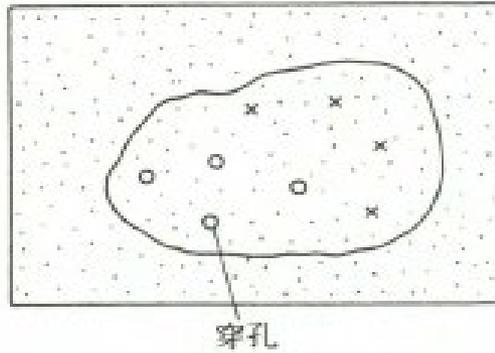
タイル仕上面



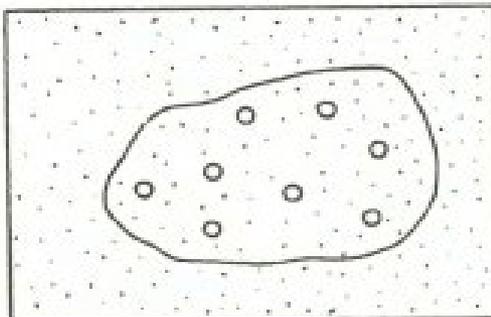
ピンニングの位置決め



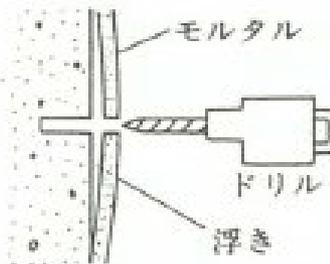
ピンニング孔の穿孔



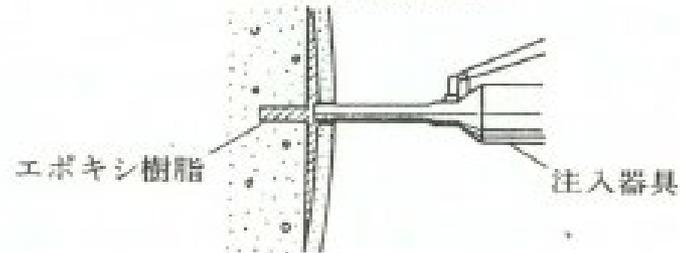
ピンニング



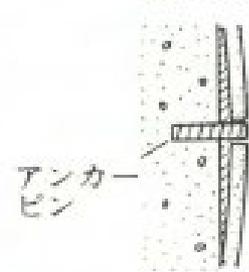
ピンニング孔の穿孔



アンカーピン固定用
エポキシ樹脂注入



ピンニング



5) 事前調査と事前決定事項 事前調査

調査: 浮構造を明確にした報告書の作成

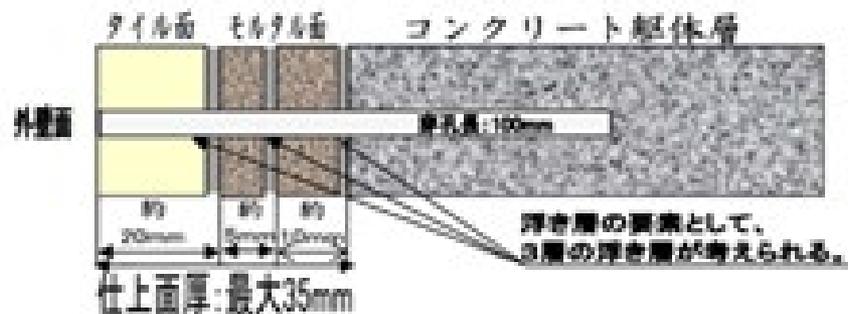
モルタル間の剥離状況



報告書の内容:

- ① 外壁内部の浮状況
- ② 浮層数
- ③ 建物へのピンの埋め込み
深さとピンの長さの決定
- ④ 注入ガン器のストローク数
- ⑤ ピンの打ち込み本数等を
厳密に規定し、正確な見
積価格を算出

モルタルと躯体の剥離状況



5) 事前調査と事前決定事項 エポキシ樹脂の注入量

エポキシ樹脂注入表

① 層の注入量 (空隙: 1mm)



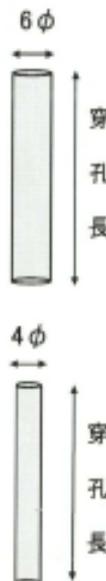
注入径 (mm)	面積 (mm ²)	注入量 (cc)	ストローク数	接着強度 (kgf)
180	25434	25.43	16.96	20347
170	22687	22.69	15.12	18149
160	20096	20.10	13.40	16077
150	17663	17.66	11.78	14130
140	15386	15.39	10.26	12309
130	13267	13.27	8.84	10613
120	11304	11.30	7.54	9043
110	9499	9.50	6.33	7599
100	7850	7.85	5.23	6280
90	6359	6.36	4.24	5087
80	5024	5.02	3.35	4019
70	3847	3.85	2.56	3077
60	2826	2.83	1.88	2261
50	1963	1.96	1.31	1570
40	1256	1.26	0.84	1005
30	707	0.71	0.47	565
20	314	0.31	0.21	251
10	79	0.08	0.05	63

※ 注入ガン: 1.5cc/1ストローク
(中型機・小型機)

※ エポキシ樹脂の接着強度
約 80kgf/cm²
(1N/mm² ≒ 10kgf/cm²)

② 孔の体積・注入量 (径: 6φ・4φ)

	穿孔長 (mm)	注入量 (cc)
(径 6φ) 孔の体積	100	2.83
	90	2.54
	80	2.26
	70	1.98
	60	1.70
	50	1.41
	40	1.13
(径 4φ) 孔の体積	80	1.00
	70	0.88
	60	0.75
	50	0.63
	40	0.50
	30	0.38



※ ラージネックピン各種強度 (N/mm²)

材質: SUS XM7

ラージネックピン	5φ	3φ
躯体飲み込み	30mm	20mm
引抜強度	7,000 以上	3,000 以上
せん断強度	5,000 以上	2,000 以上
キャップ変形強度	3,000 以上	2,000 以上

5) 事前調査と事前決定事項 エポキシ樹脂の特性

表 1

市販のエポキシ樹脂の粘度	剥離幅 (mm)					
	0.5	1.0	1.5	2.0	4.0	6.0
650CPS	垂れ発生	垂れ発生	垂れ発生			
10,000CPS	円形を形成	円形を形成	円形の変形	垂れ発生		
80,000CPS	円形を形成	円形を形成	円形を形成	円形を形成	円形を形成	円形を形成
300,000CPS	円形を形成	円形を形成	円形を形成	円形を形成	円形を形成	円形を形成

温度 25℃

6) 注入方法

ガン機に装着した可動式多層空隙注入ノズル

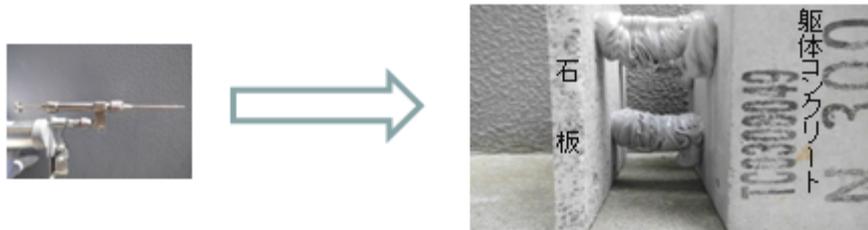


注入状況: 完全な樹脂注入(多層浮対応・共浮防止)



「品質性能試験報告書: FST工法における接着剤の注入広がり状況の確認試験」(受付第06A3444号)
(財団法人 建材試験センター、平成19年)より抜粋(NETIS登録番号: No. KT-150123-VR)

: FST工法の応用 / コラム工法(樹脂柱の形成)



7) ピンニング

丸棒状全ネジ切ピン

写真 1

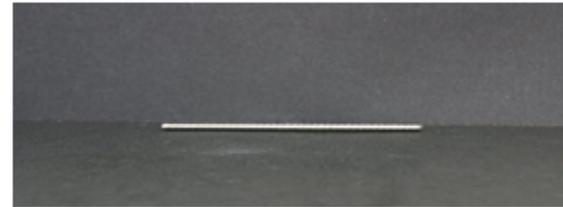
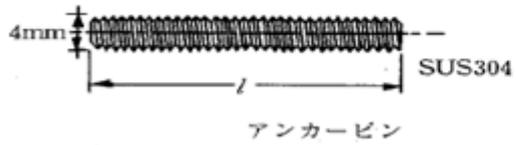


図 1

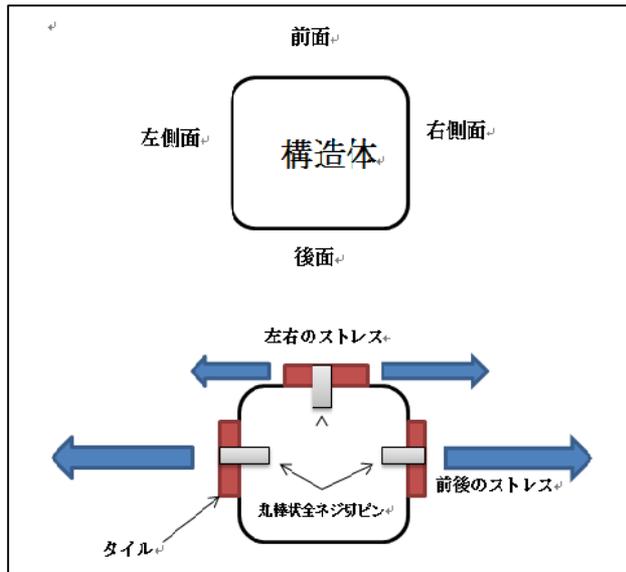


写真 2

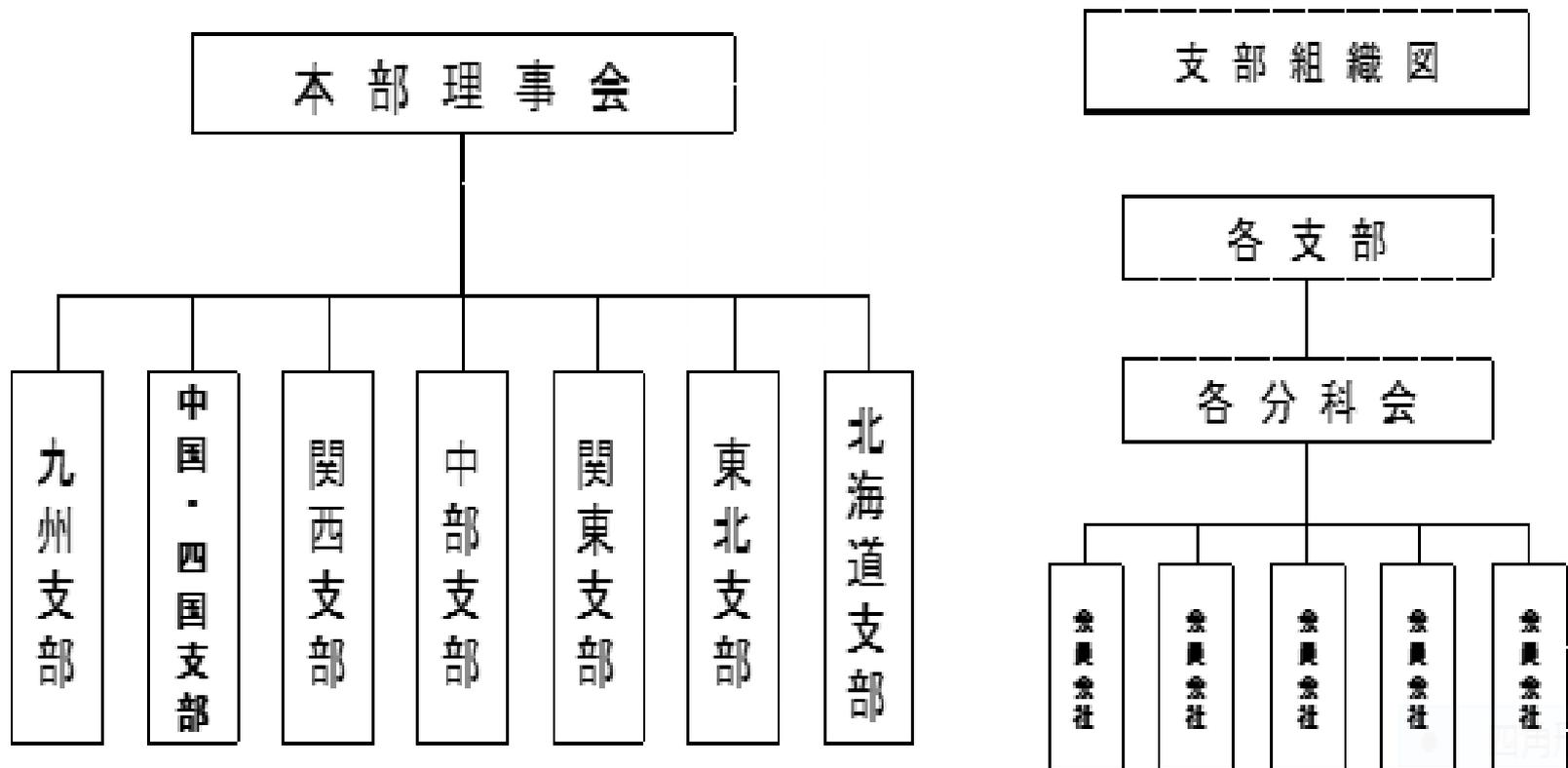


FS ピンのキャップ部引張り試験及びその他の試験結果

FST 用ピンにおけるネック部分の強さ試験結果

種 類	番 号	引抜き最大荷重 <u>kN</u>	破 壊 状 況
M5	1	3.66	3本ともキャップ部分が 変形し、引張りジグの穴 から抜けた
	2	3.66	
	3	3.75	
	平 均	3.69	
M3	1	3.00	3本ともネジ部の破断
	2	2.96	
	3	3.02	
	平 均	2.99	

FST工業会



補論 01 乾式振動ドリルを使用した場合の問題点

乾式振動ドリルによる粉塵詰まり状況

写真 1.



③ 0.7mm 空隙の拡大写真.

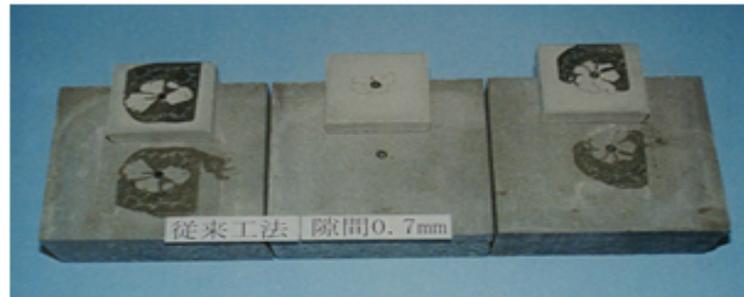
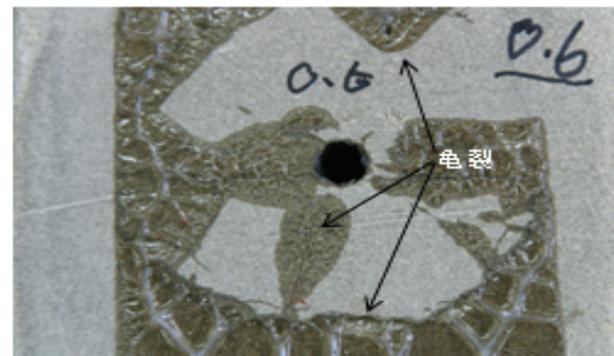
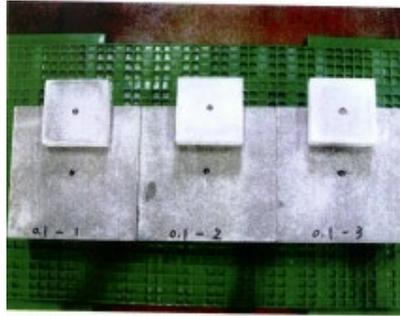


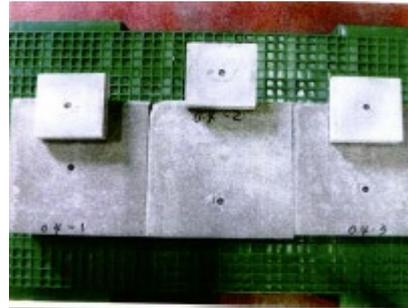
写真 1における「③0.7mm 空隙」への樹脂の注入は、ドリルの衝撃により試験体コンクリートの表面が破砕され、その破砕された大きな隙間から樹脂が注入された状況です。



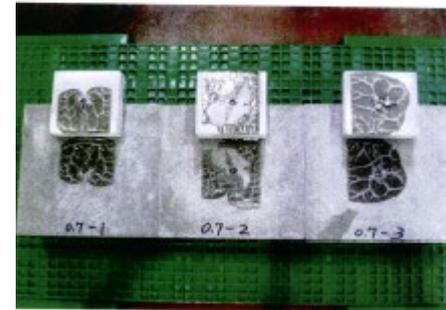
乾式振動ドリルによる穿孔及びその孔へのエポキシ樹脂注入状況



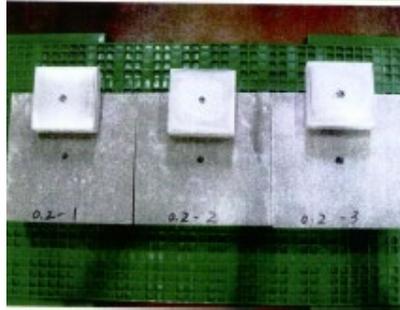
空隙幅
0.1mm



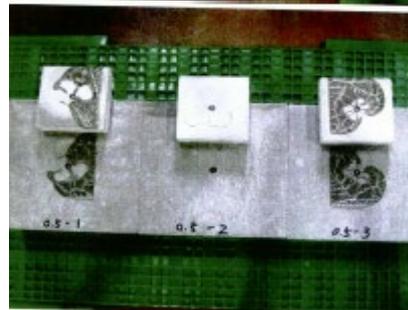
空隙幅
0.4mm



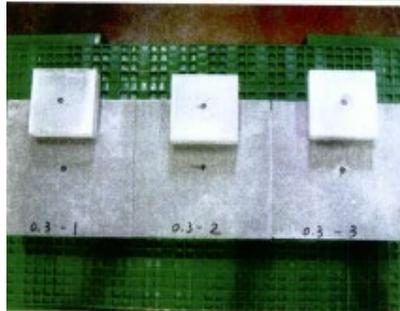
空隙幅
0.7mm



空隙幅
0.2mm



空隙幅
0.5mm



空隙幅
0.3mm



空隙幅
0.6mm

品質性能試験報告書「外壁改修工事における接着剤の注入状況の確認試験」(発行番号: 第07A2165号)(財団法人試験センター、2007年1月16日)

FST工法の特徴 T-2

T-2(湿式二軸低騒音ドリル)

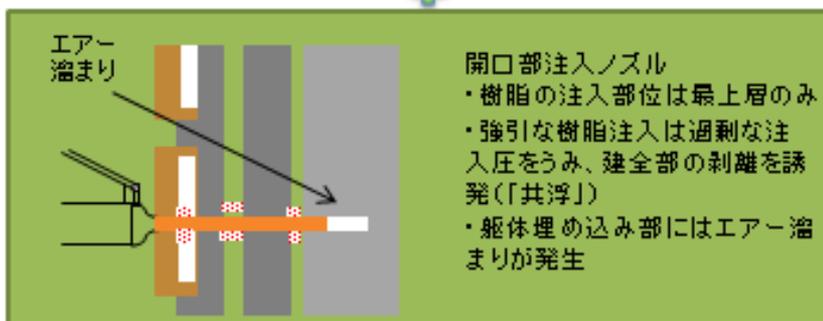
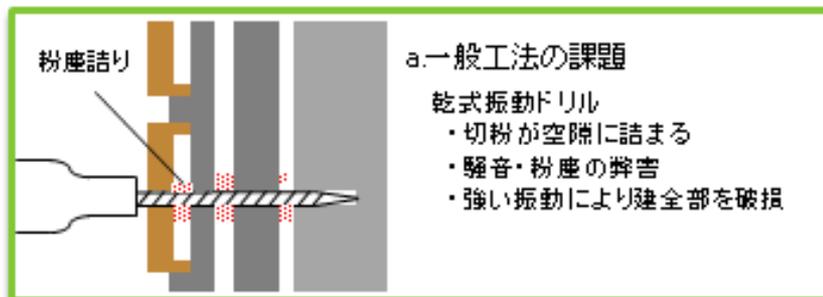
低騒音、低振動、無粉塵、高回転、高トルク

空隙部への粉塵詰りがなく、高強度で確実な施工を行う事ができます。



9) 補論 02 各種従来ノズルによる樹脂注入不良

1. 一般工法(標準仕様)



アンカーピンニング部分(全面)エポキシ樹脂注入工法用機具

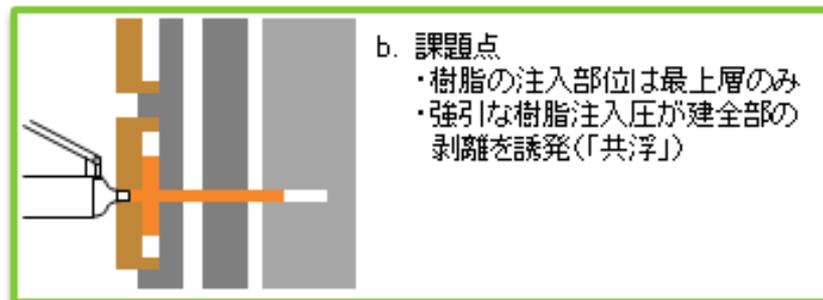
工法名	ドリル	ノズル
一般工法	乾式振動ドリル	開口部注入ノズル
A. 工法	湿式低振動・低騒音型ドリル	開口部注入ノズル
B. 工法	湿式低振動・低騒音型ドリル	底部注入ノズル
ニュー・クイック工法	湿式低振動・低騒音型ドリル	最深部注入ノズル

見積もり価格の変更・不良改修工事誘発の要因

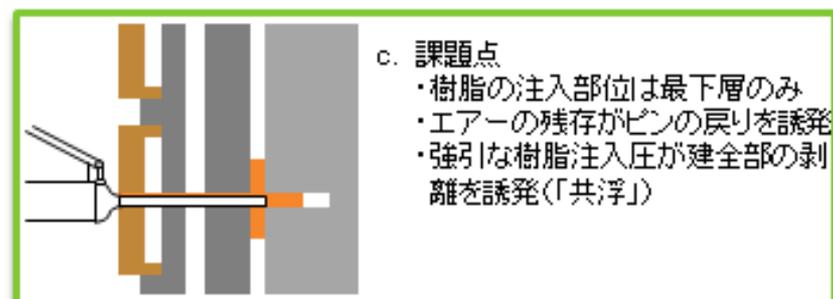
空隙の単層剥離にみの対応・共浮防止策の欠如

2. 従来型湿式工法

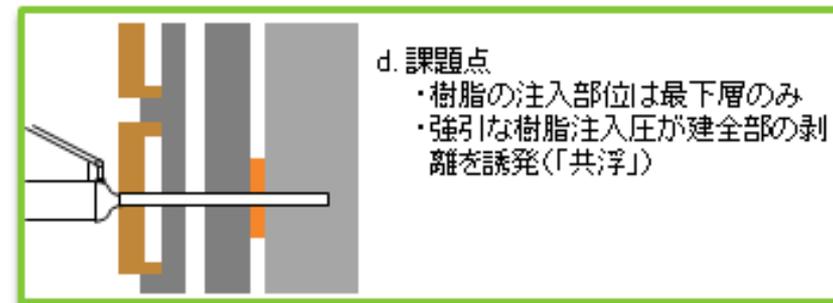
A. 工法(湿式ドリル/開口部注入ノズル(短いノズル))



B. 工法(湿式ドリル/底部注入ノズル(長いノズル))



ニュー・クイック工法(湿式ドリル/最深部注入ノズル(長いノズル))



9) 補論 02 開口部注入ノズルによる樹脂注入不良

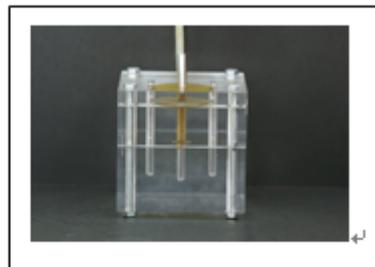
A 開口部へのノズルの設定



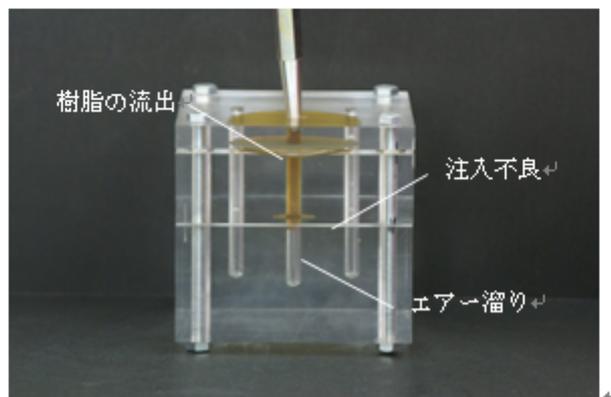
B 注入開始



C 注入



D 注入完了

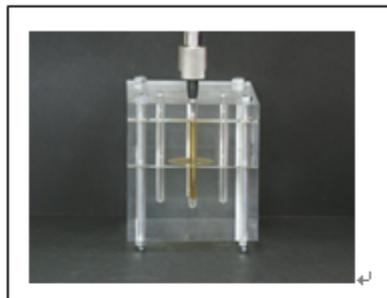


9) 補論 02 底部注入ノズルによる樹脂注入不良

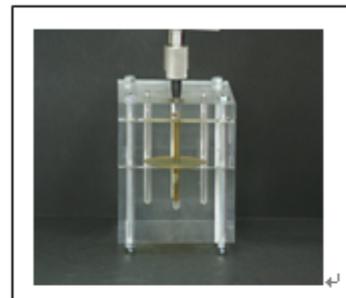
A 開口部へのノズルの設定



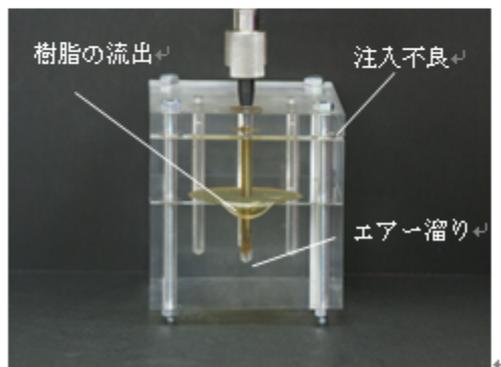
B 注入開始



C 注入

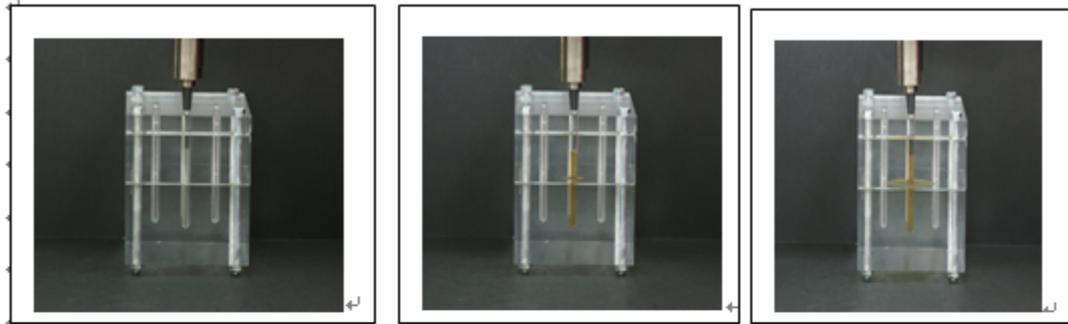


D 注入完了

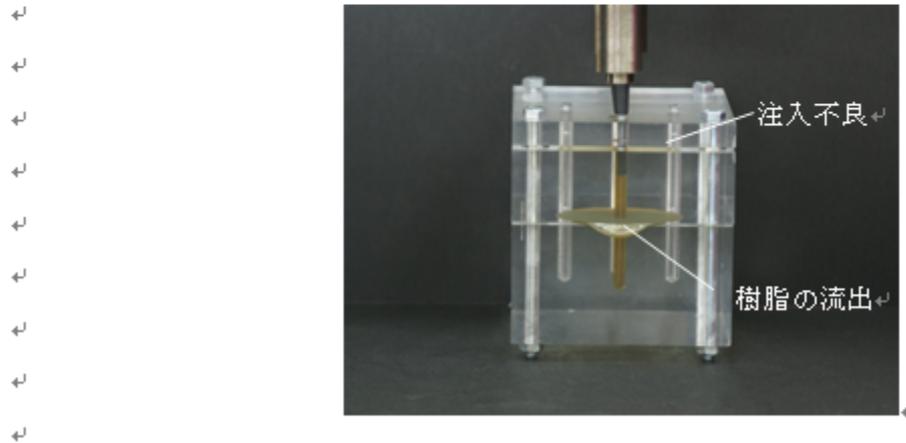


9) 補論 02 最深部注入ノズルによる樹脂注入不良

A 開口部へのノズルの設定 B 注入開始 C 注入



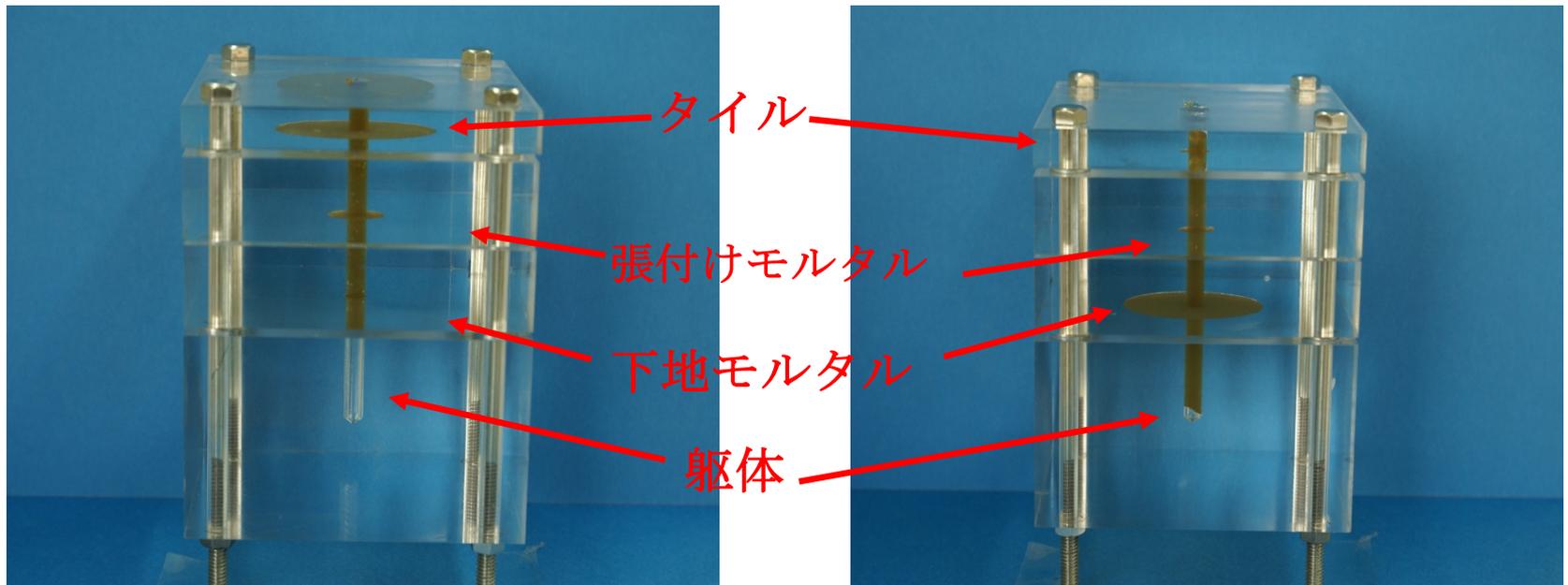
D 注入完了



従来工法の注入状況 まとめ

開口部注入ノズルによる
三層浮き 注入状況

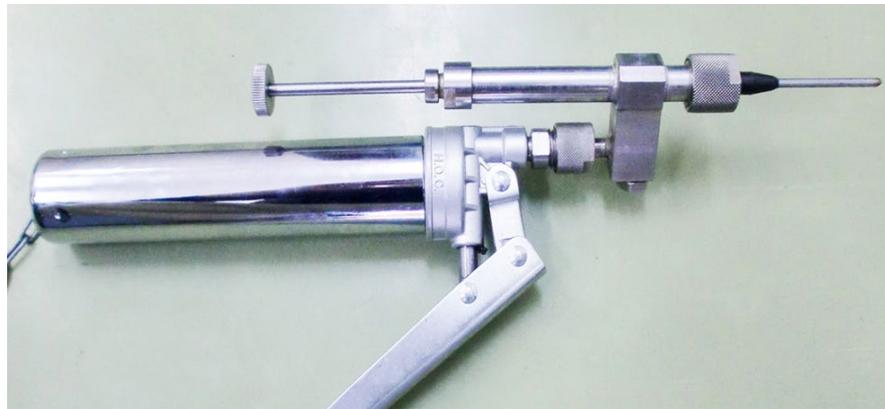
最深部注入ノズルによる
三層浮き 注入状況



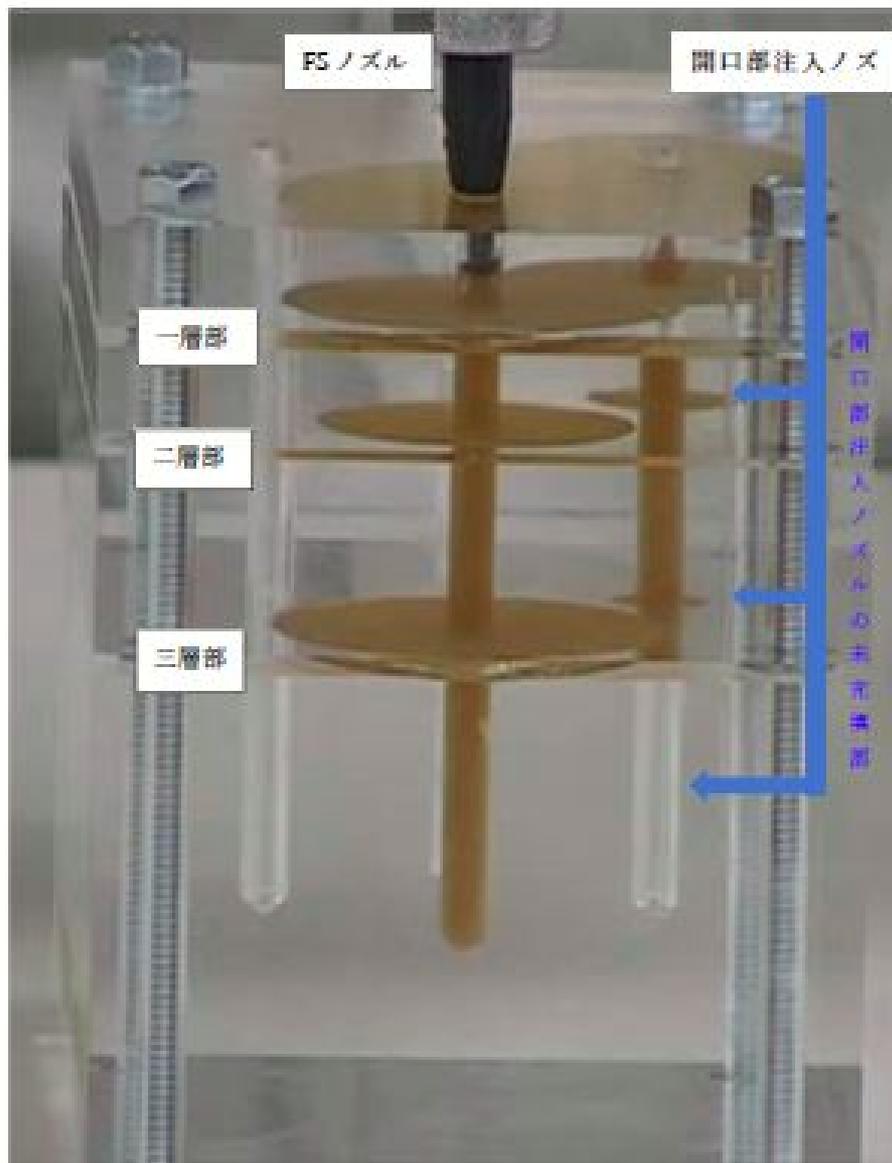
FST工法の特徴 FSノズル

**ノズルの自動調節機能、手動による調整、
樹脂注入量の調整、最深部からの段階的注入、
共浮き防止機能付**

手動機構によりノズルの樹脂注入孔の位置を自由に調節できます。多層空隙に確実に樹脂注入できます。



三層浮注入に対する樹脂注入比較



結びにかえて

本WEB講習が、外壁改修の施工品質向上の一助となることを祈念して結びと致します。

ご視聴有難うございました。