

平成27、28年度 建築基準整備促進事業

T1. 湿式外壁等の定期調査方法の合理化の検討

全国タイル工業組合

技術指導：国立研究開発法人 建築研究所

◆事業の目的①:モルタル張り以外への対応

有機系接着剤張り工法
によるタイル張り外壁

既存建築物のタイル
張り外壁仕上げを
撤去せず改修した工法

モルタル張り工法とは打診調査の判断
が異なる。
工法に応じた合理的な調査方法が必要。

調査項目、調査内容、判定基準の
明確化を検討

◆事業の目的②: 調査の客観化

官能評価ではなく定量的な
はく離検知器や装置の開発が
求められているが...



実用化に至っていない



実態調査とはく離判断基準の
明確化を検討

◆委員会と委員構成

●統括委員会

- ・全国タイル工業組合
- ・各委員会委員長、主査、委員

●第一委員会(有機系接着剤張りタイル仕上げ外壁の検討委員会)

- ・全国タイル工業組合
- ・有識者委員会
(大学、ゼネコン、接着剤メーカー、専門工事業者、特定行政庁)

●第二委員会(改修した湿式外壁の調査委員会)

- ・全国タイル工業組合
- ・有識者委員会 ※日本建築仕上学会に一部委託
(大学、ゼネコン、建築事務所、材料メーカー、診断会社)

●第三委員会(はく離検知器・装置の調査委員会)

- ・全国タイル工業組合
- ・有識者委員会 ※日本建築仕上学会に一部委託
(大学、ゼネコン、材料メーカー)

※各委員会には技術指導として国立研究開発法人建築研究所、オブザーバーとして国土交通省並びに国土技術政策総合研究所が参加

有機系接着剤張りタイル仕上げ外壁の 検討委員会(第一委員会)

◆ 目的

建築基準法第12条における10年点検は全面打診によって異常の有無を確認することとされているが、「有機系接着剤張り」壁面については、適切に接着されているタイルでも打診を行った際にモルタル張りとは異なる打音がするため、判断が難しく、場合によっては浮きと誤認されるおそれがある。

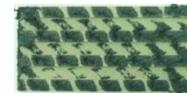
本委員会では、有機系接着剤張りしたタイル壁面の経年劣化などによる不具合を調査するより合理的な調査方法を確立することを目的として検討を行い、「有機系接着剤張りタイル仕上げ外壁の定期調査指針(案)」を作成する。



写真1.1
モルタル張りの付着状態
(90%以上付着している
ことが目安)



写真1.2
有機系接着剤張りの付着状態(40%以下の空隙まで許容されている)



◆ 検討事項

有機系接着剤張りタイル仕上げ外壁の定期調査指針(案)を作成するにあたり、下記内容を検討した。

①適用範囲

有機系接着剤張りの**施工材料、施工方法、施工管理方法**を検討

②調査方法

定期調査の方法として、**外観目視法、部分打診法、全面打診法、引張接着試験法**の内容を検討

③定期調査内容とフローチャート

0.5～3年ごとの定期調査と10年超の定期調査の内容及び判断基準を検討

◆ 検討結果 (①適用範囲)

● 施工材料の限定

- ・タイルはJIS A 5209(セラミックタイル)適合品。
- ・有機系接着剤はJIS A 5557(外装タイル張り用有機系接着剤)適合品で**一液反応硬化型**に限定。

● 施工方法

- ・コンクリートと押出成形セメント板を下地とした**「直張り」**に限定。
- ・不陸補修は**有機系下地調整塗材(JAI-18)**によることとし、**セメント系の下地調整塗材**を使用する場合は、1箇所あたりの使用面積を**0.25㎡未満(※1)**に限定。

● 施工管理方法

- ・適切な施工管理を実施するための**施工記録(※2)保管が必須**。

※2 施工記録

タイル張り工事の施工品質が確保されていることが検証できることを条件とし、下表に示す記録がすべて保管されていることとした。

特に、下地補修範囲を記録した表と立面図は、打診調査の範囲やその判断に影響を及ぼすので、重要。

また、プロセス検査によりタイルの付着状況を日常的に確認することが施工品質のバラつきを少なくすることに繋がるので施工管理上重要。

表1.1 施工記録などの書類

書類名	内容
仕上表、施工計画書・施工要領書	外壁に使用する材料名、商品名、タイル工事の施工フロー図など
下地補修範囲記録	下地補修範囲を記録した表と立面図
プロセス検査記録	接着剤の充填率を記録した表と立面図
引張接着強度試験記録	引張接着強度試験の結果（凝集破壊率）を記録した表と立面図
外観検査・張替え記録	検査と張替えを記録した表と立面図

◆ 検討結果 (②調査方法)

外観目視法、部分打診法、全面打診法、引張接着試験法の内容を明確にした。

(公益社団法人 建築・設備維持保全指針協会 (BELCA) の「タイル外壁及びモルタル塗り外壁 定期的診断マニュアル(改訂第3版)」に準拠)

● 外観目視法

調査者が直接肉眼で、ひび割れ、はく落、欠損、白華等の劣化や損傷状況を確認する方法。

高所など肉眼での確認が難しい場合は高倍率の双眼鏡、望遠鏡またはトランシットを使用する。

外観目視法による調査項目

- ①はく落、②欠損、③白華現象(エフロレッセンス)、④ひび割れ、⑤錆水付着、⑥膨れ(浮き)、⑦水漏れ

●部分打診法

部分打診法Aおよび部分打診法Bに区分

<部分打診法A>

はく落の危険の大きいと思われる以下に示す部位を**手の届く範囲**で打診する方法である。

- ・開口部周辺概ね1m以内
- ・笠木、窓台等の他の材質と接している部分概ね1m以内
- ・出隅部分、パラペット上端、庇および窓台部分概ね1m以内
- ・コンクリート打継部およびエキスパンションジョイント部周辺概ね1m以内

<部分打診法B>

外観目視法で欠損、はく落、ひび割れ、白華および錆水付着が確認された箇所の周囲を打診する方法であり、**手の届く範囲**だけでなく、**ゴンドラや足場等を利用して**以下に示す部分はすべて打診する。

- ・欠損またははく落したタイルの概ね1m以内
- ・ひび割れ部の両側概ね1m以内
- ・白華部分およびその上部の概ね1m以内
- ・錆の流出およびその上部の概ね1m以内

● 全面打診法

ゴンドラや足場等を利用して、「落下により歩行者等に危害を加えるおそれのある部分」を全面的にテストハンマーによる打診等により浮きを確認する。

「落下により歩行者等に危害を加えるおそれのある部分」とは、平成20年4月1日付国住指第2号「建築基準法施工細則の一部改正等の施行について(技術的助言)」により、次のように示されている。

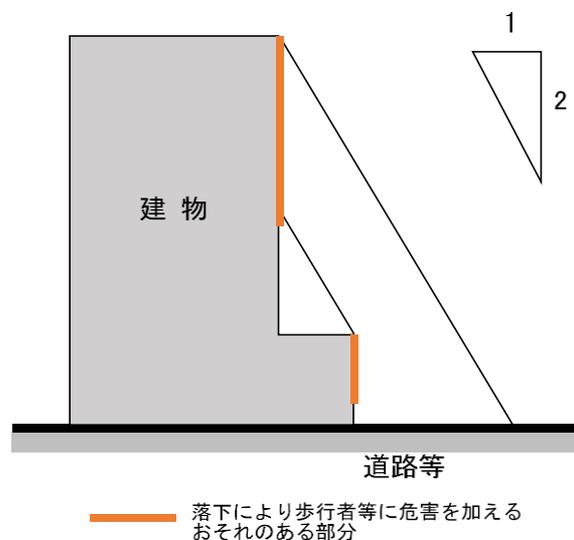


図1.2 落下により歩行者等に危害を加えるおそれのある部分の概念図

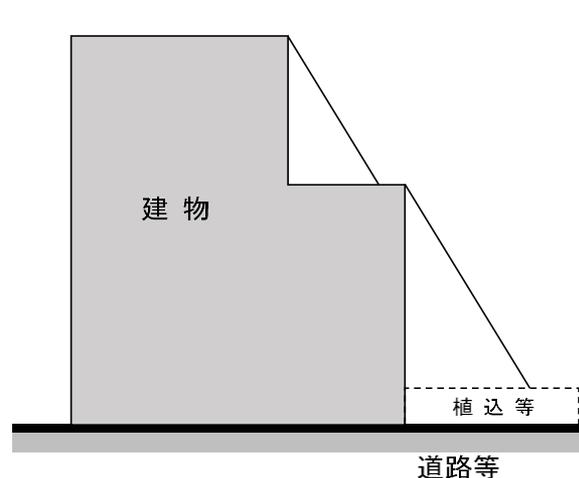


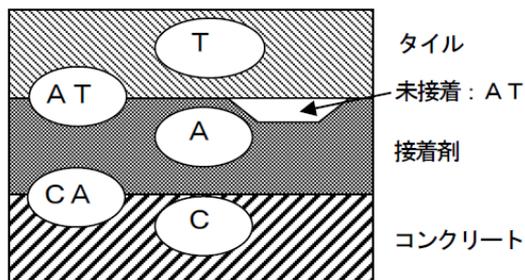
図1.3 落下により歩行者等に危害を加えるおそれのない場合の概念図

●引張接着試験法

油圧式接着力試験機等(写真1.5)を用いてタイルの引張接着強度と破壊状態を確認し、はく落安全性を評価する方法



写真1.5 引張接着試験機の例



記号	破壊の位置モード
T	タイルの凝集破壊
AT	接着剤とタイルの界面破壊 (未接着も含む)
A	接着剤の凝集破壊
CA	コンクリートと接着剤の界面破壊
C	コンクリートの凝集破壊

図1.4 破壊状態の表示例

◆ 検討結果 (③ 定期調査内容とフローチャート I)

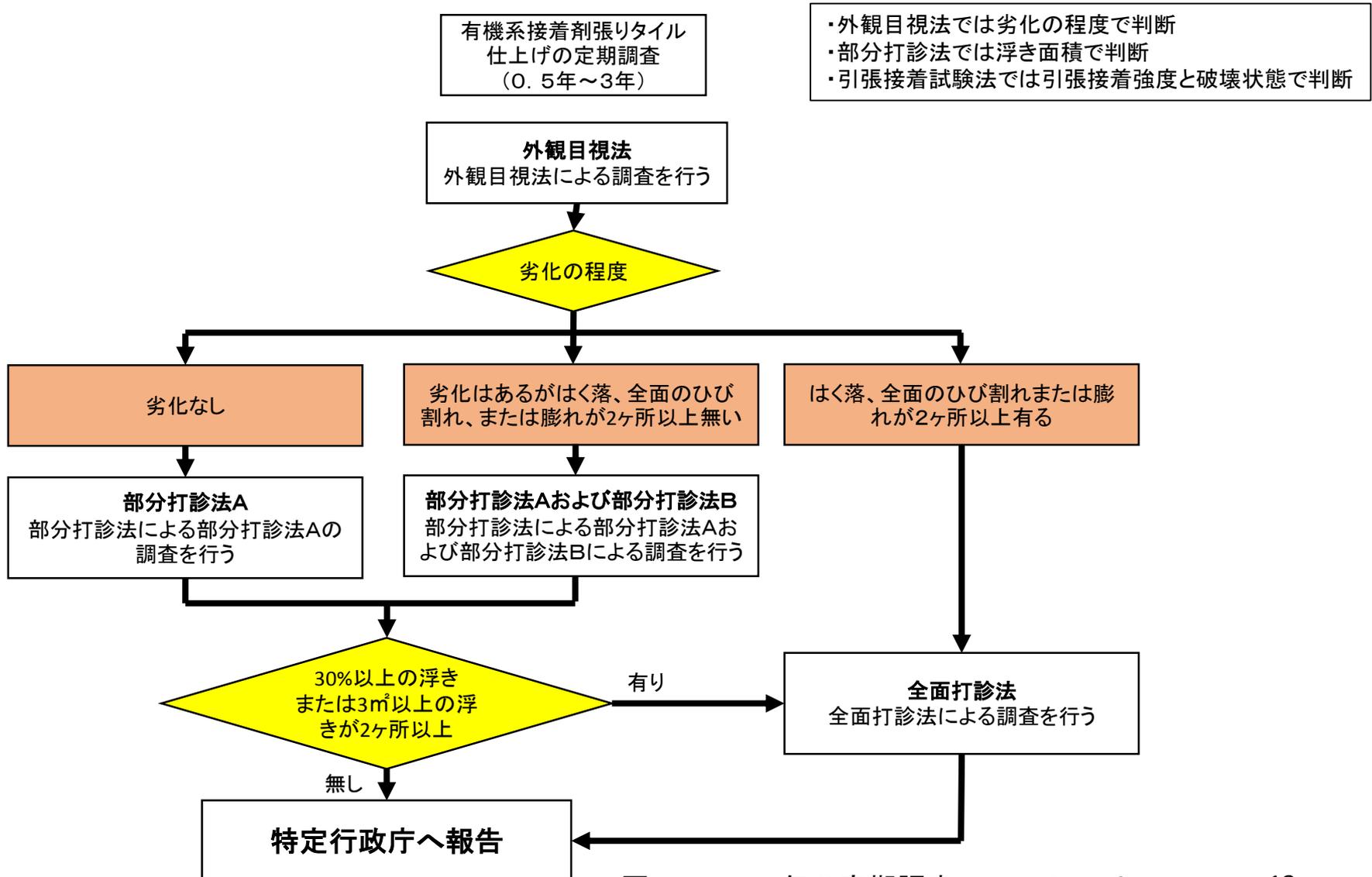


図1.5 0.5～3年の定期調査 フローチャート

◆ 検討結果 (③ 定期調査内容とフローチャート II)

有機系接着剤張りタイル
仕上げの定期調査
(10年)

- ・外観目視法では劣化の程度で判断
- ・部分打診法では浮き面積で判断
- ・引張接着試験法では引張接着強度と破壊状態で判断

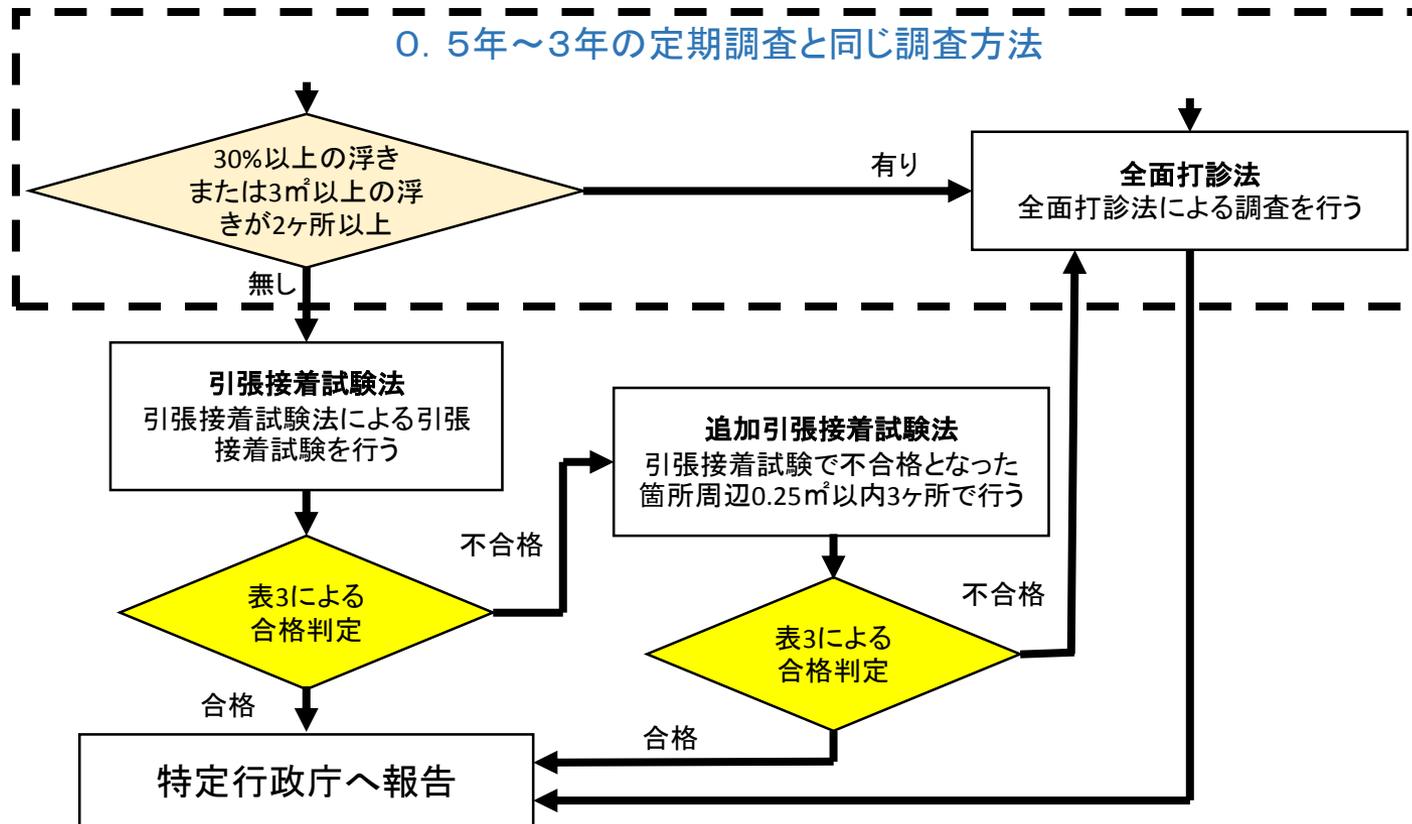


図1.6 10年超の定期調査 フローチャート

改修した湿式外壁の調査委員会 (第二委員会)

※日本建築仕上学会に委託

◆背景と目的

定期調査報告では、国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築改修工事標準仕様書(建築工事編)平成22年度版」および「建築改修工事監理指針平成22年度版」で標準化された改修工法(※2.1)を適用したタイル張り仕上げ外壁も対象としているが、これらの工法は**浮きを残しながらも剥落を防止する工法が多く、部分的には浮きが残る**。そのため改修部分を打音すると浮きと判断されてしまう恐れがあり、単に浮きの有無だけでははく落の恐れがあるのか判断が難しい場合がある。また、透明樹脂やポリマーセメント系材料等で一体化し、アンカーピンニングによるコンクリート躯体に固定する剥落防止工法(複合改修工法)は打診での判定が難しい。

これらのことから、合理的な診断方法の検討が必要。

＜※2.1 標準化された改修工法＞

- ①アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法
- ② 注入口付アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法
- ③アンカーピンニング全面エポキシ樹脂注入工法
- ④ 注入口付アンカーピンニング全面エポキシ樹脂注入工法
- ⑤ 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
- ⑥ 注入口付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
- ⑦ 注入口付アンカーピンニングエポキシ樹脂注入タイル固定工法

◆標準化された工法の仕様と浮き部判断の検討

I. アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法

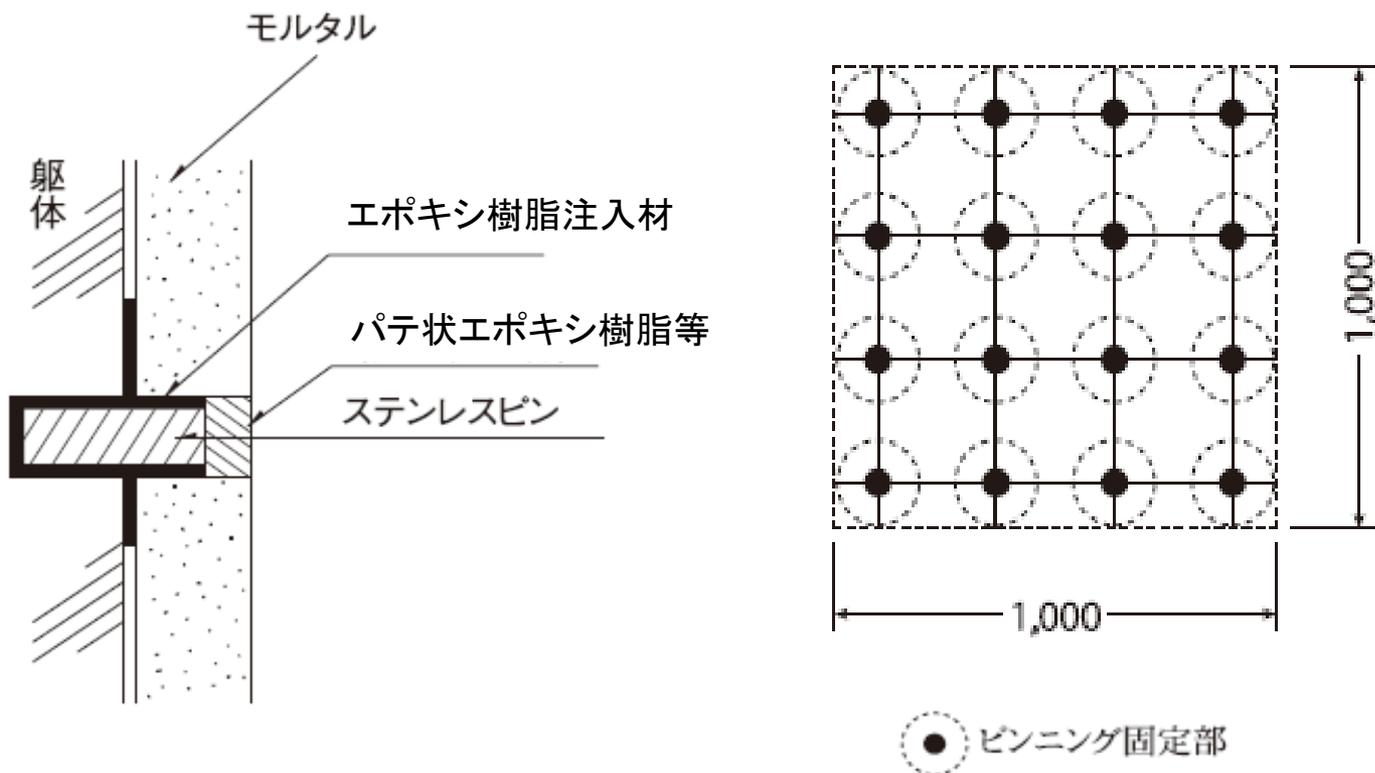
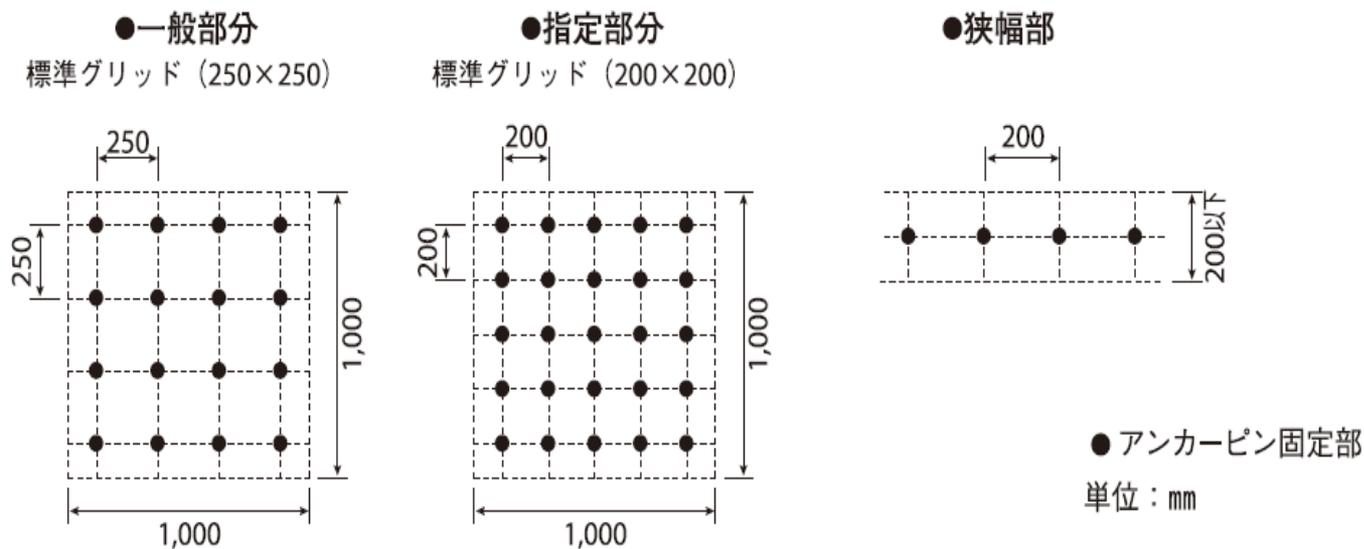


図2.1 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法の標準的な構成



標準配置グリッド、アンカーピン本数

仕上材	項目	アンカーピンの直径 (mm)	アンカーピンの本数 (本/m ²)	
			一般部分	指定部分
タイル、モルタル		4	16	25

図2.2 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法の標準配置グリッド

【一般部】

1m×1m四方への注入を16ヶ所、1本(1ヶ所)あたりの樹脂注入量を1穴25ml、浮き代を0.6mmとし、注入した樹脂が円形に広がると仮定した場合の直径を220mmとして計算する。

図内青色以外を浮きとした場合、浮き部は39.2%、注入面積は60.8%となる。
黄色空隙部を浮きとみなさない場合、浮き部は10.9%となる。

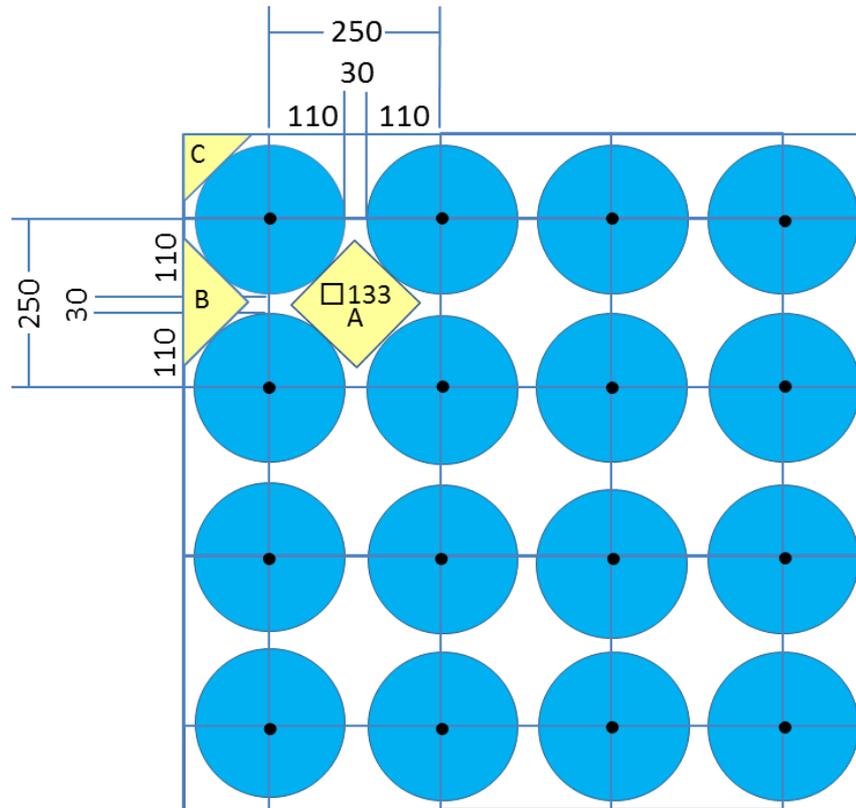
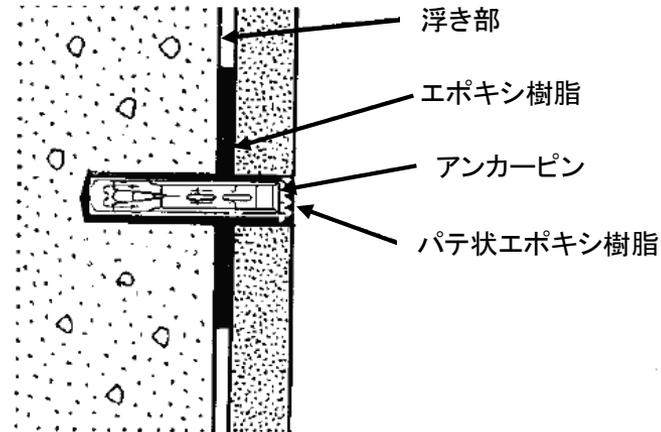
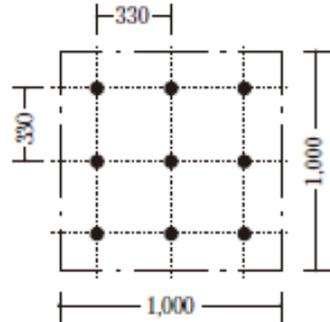


図2.3 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法
(浮き代 0.6mmの場合:注入される面積 約60.8%)

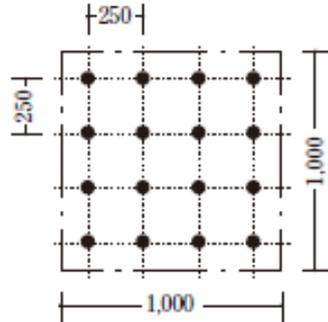
Ⅱ. 注入口付アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法



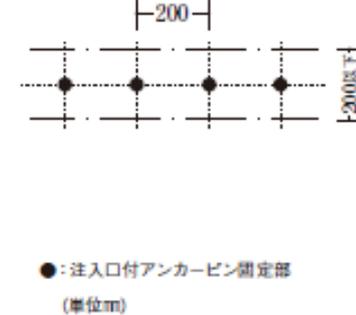
①一般部分標準グリッド(330×330)



②指定部分(※1)標準グリッド(250×250)



③狭幅部(※2)



標準グリッドにおける、注入口付アンカーピンの本数

注入口付アンカーピンの本数(本/m ²)	
一般部分	指定部分
9	16

図2.4 注入口付アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法の標準的な構成

【一般部】

1m×1m四方への注入を9ヶ所、1本(1ヶ所)あたりの樹脂注入量を1穴25ml、浮き代を0.6mmとし、注入した樹脂が円形に広がると仮定した場合の直径を220mmとして計算する。

図内青色以外を浮きとした場合、浮き部は65.8%、注入面積は34.2%となる。
黄色空隙部を浮きとみなさない場合、浮き部は10.9%となる。

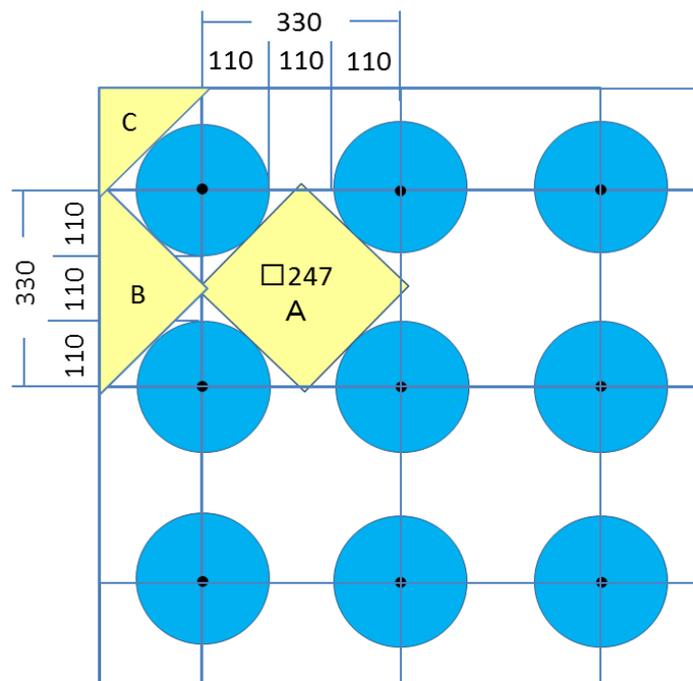


図2.5 注入口付アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法
(浮き代 0.6mmの場合:注入される面積 約34.2%)

アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法および注入口付アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法の調査判定フロー

既存外壁浮き改修工法の定期調査
(0.5年～3年)

外観目視法
外観目視法による調査を行う

- ・外観目視法では劣化の程度で判断
- ・部分打診法では浮き面積で判断

劣化の程度

劣化なし

部分打診法Aの調査を行う

はく落、全面のひび割れ、アンカーピンの浮き上がり、アンカーピン周囲のひび割れがいずれも認められず、且つ、2ヶ所以上の膨れが無い

部分打診法Aおよび部分打診法Bの調査を行う

はく落、全面的ひび割れ、アンカーピンの浮き上がり、アンカーピン周囲のひび割れのいずれかが認められる場合、または2ヶ所以上の膨れが認められる場合

※浮きの大きさが「規定の大きさ」より小さい場合は、「規定の大きさ」×注入口の数の面積を各外壁の合計浮きから減じる。ただし、浮きが「規定の大きさ」を上回っている場合には合計浮き面積に算入する。

各壁面において調査範囲面積の30%以上の浮き※

3㎡以上の浮きが2ヶ所以上

全面打診法による調査を行う

特定行政庁へ報告

図2.6 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法および注入口付アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法の調査判定フローチャート

10年超の定期調査フローチャート

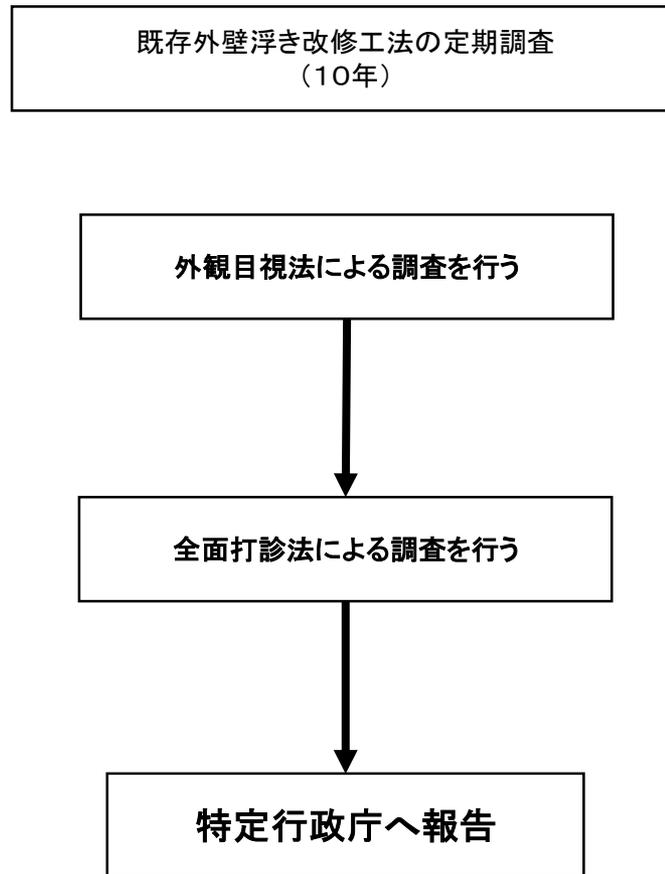
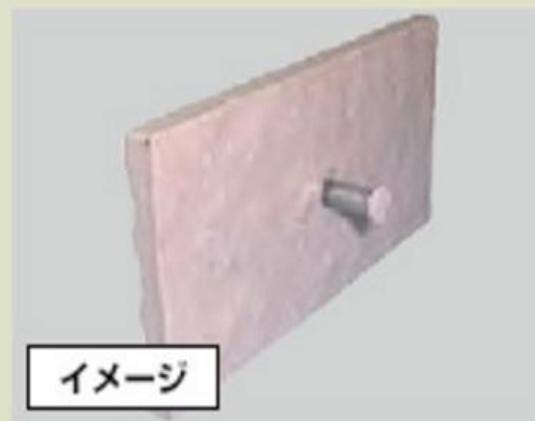
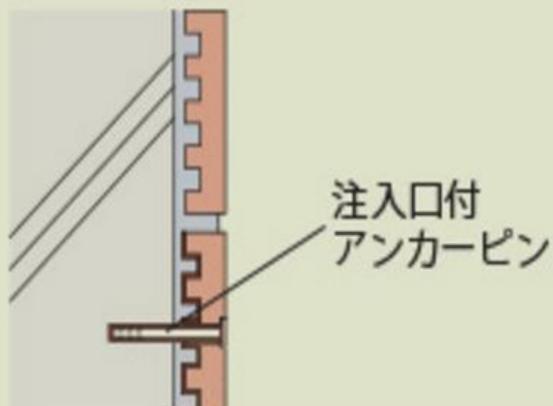


図2.8 10年超の定期調査フローチャート

2.注入口付アンカーピンニングエポキシ樹脂注入タイル固定工法

→ タイルの中央を無振動ドリルで穿孔し、注入口付アンカーピンとエポキシ樹脂で固定する。



45(50)二丁・50角等のモザイクに施した場合、タイルがひび割れ等破損する危険性があり、国土交通省仕様では対象は小口タイルまでとされている。



注入口付アンカーピンニング
エポキシ樹脂注入タイル固定
工法の調査判定フロー

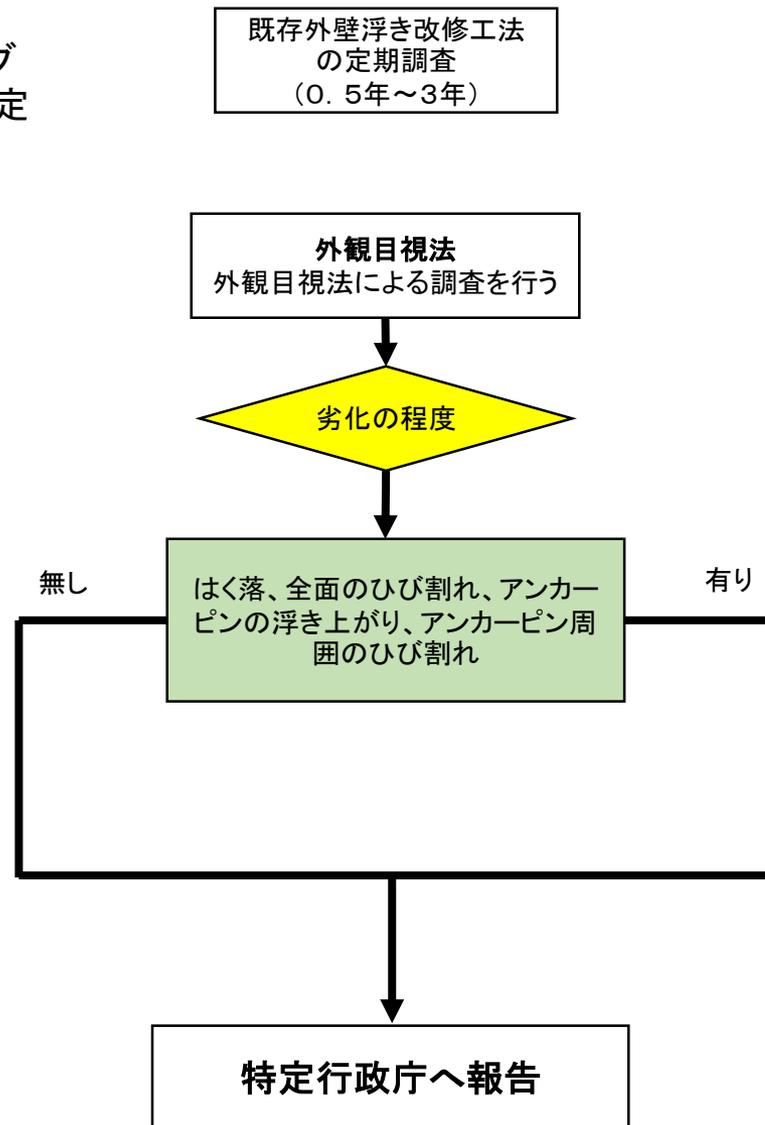


図2.7注入口付 アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法の調査判定フローチャート

◆外壁複合改修工法の標準化案

外壁複合改修とは・・・

一般ではピンネット工法と呼ばれ、浮き・はく離などが生じ、はく落のおそれがあるモルタル塗り仕上げやタイル張り仕上げの外壁について、補強層とアンカーピンを併用し、はく落を防止する工法である。工法は以下のように区分される

- ① ポリマーセメント系塗材を使用した外壁複合改修工法
(ポリマーセメント改修工法)
- ② 透明樹脂系塗材を使用した外壁複合改修工法
(透明樹脂改修工法)

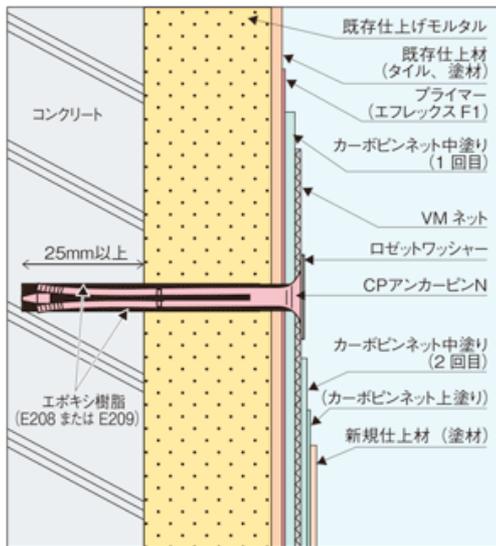


図2.9 ポリマーセメント改修工法例



透明樹脂改修工法の仕上がり例

▲阪神・淡路大震災クラスの震動でタイルがひび割れても剥落しません

写真2.1 透明樹脂改修工法例

◆外壁複合改修工法の仕様調査

表2.1 外壁複合改修工法一覧(一部抜粋)

	工法名称	ピンネット工法A	ピンネット工法B	ピンネット工法C
主材仕様	塗布量	3.0kg/m ² + 2.0kg/m ²	2.5~3.0kg/m ² + 1.5kg/m ²	2.5~3.1kg/m ²
	付着強度	0.4N/mm ²	0.7N/mm ²	1.1N/mm ²
アンカー仕様	ピン引抜強度	1500N	1800N	1175N
	m ² 当り使用数	4本 500mmピッチ	4本 500mmピッチ	4本 500mmピッチ
材料	プライマー	エチレン酢酸ビニル(EVA)	1液型弾力性エポキシ樹脂	SBR系セメントフィラー
	主材	1材型アクリル系フィラー	炭素繊維配合ホリマーセメント	SBR系ホリマーセメントモルタル
	ネット	ビニロン製三軸ネット	ビニロン製三軸ネット	ガラス繊維製ネット
	アンカーピン材質	ステンレス鋼製(SUS304)	ステンレス鋼製(SUS304)	ステンレス鋼製(SUS304)
保証他	公的な評価	建設省(現国土交通省) 建設技術審査証明	建設省(現国土交通省) 建設技術審査証明	建設省(現国土交通省) 外壁複合改修構工法
	期間	10~15年	10年	10年
	保証内容	剥落防止保証 第三者賠償責任	第三者賠償責任	第三者賠償責任
	発売開始年度	平成2年(1990年)	平成5年(1993年)	昭和62年(1987年)
	施工実績 (平成25年2月現在)	200万m ² 以上 2,600件以上	300万m ² 以上 2,000件以上	250万m ² 以上 2,000件以上

◆外壁複合改修工法の標準化

外壁複合改修工法の標準化を図るため、(A)要求性能、(B)下地処理、(C)使用材料について、標準化案を作成した。

表2.2 要求性能

項目	判定基準
コンクリート躯体に対するアンカーピンの引き抜き試験	1, 470 N以上
複合補修層に対するアンカーピンの引き抜き試験	1, 470 N以上
複合補修層の接着強度試験	0.7 N/mm ²
複合補修層の補強効果確認（面外曲げ）試験	曲げ強度が490 N若しくは偏移が30 mmで破断しないこと
温冷繰り返しに耐久性試験	0.5 N/mm ²

表2.3 下地処理

劣化現象	処理範囲
ひび割れ	0.3 mm以上のひび割れ
浮き	1箇所0.5 m ² 以上の浮き
欠損	全箇所

表2.4 使用材料

項目	仕様
アンカーピン	材質はステンレス鋼(SUS304)同等以上とし、躯体コンクリートに20mm以上達するものとする。
補強繊維	有機系合成繊維(ビニロン、ナイロン等)ネット(マット)又は短繊維 無機系繊維(耐アルカリ性ガラス等)ネット(マット)又は短繊維
塗り付け塗料	専用フィラー 透明な液状樹脂

外壁複合改修工法の調査判定フロー

3年毎の調査では引張接着試験は行わない

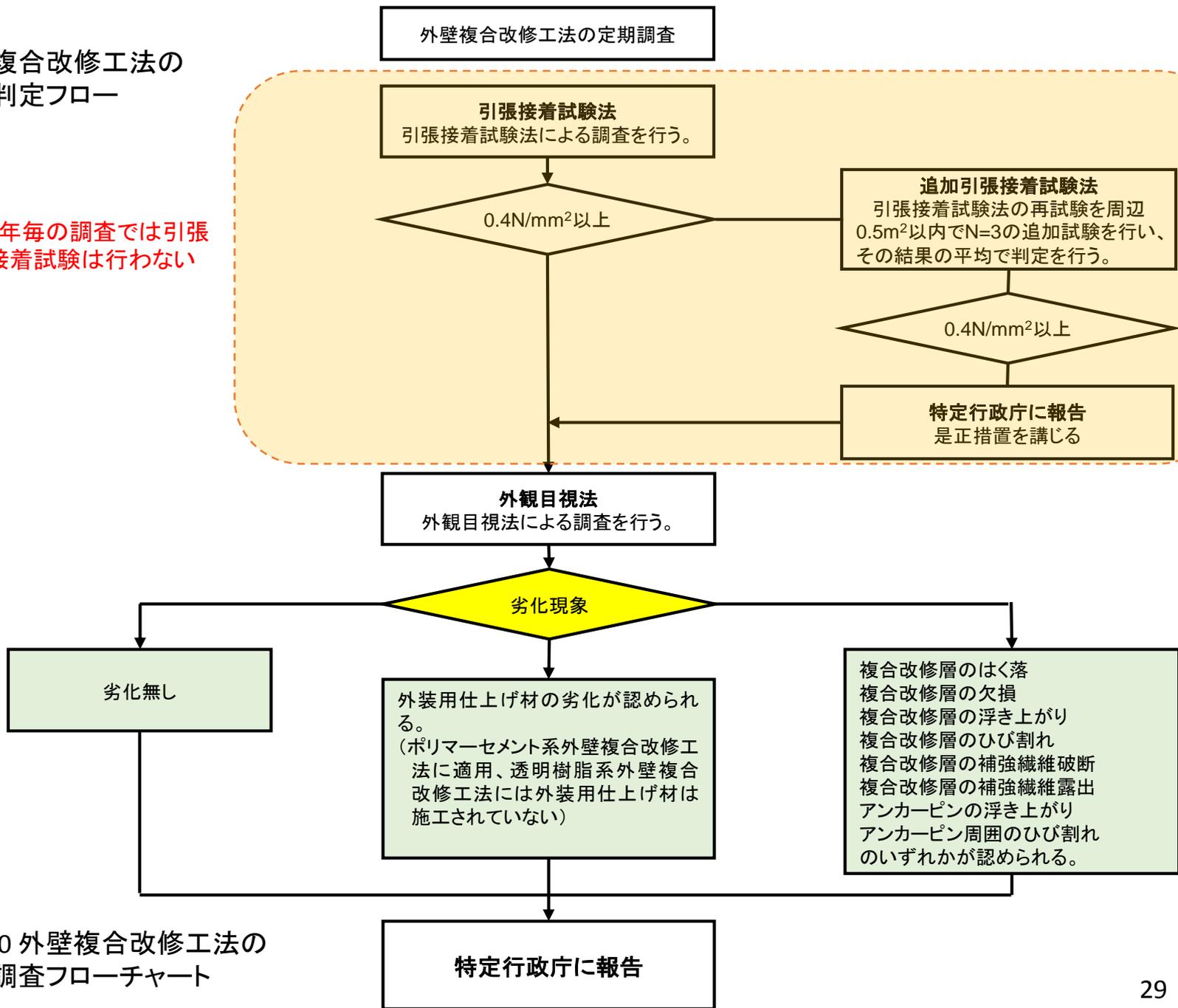


図2.10 外壁複合改修工法の定期調査フローチャート

はく離検知器・装置の調査委員会 (第三委員会)

※日本建築仕上学会に委託

◆ 検討事項

① タイル外壁診断装置の実態調査

有識者や市場の情報を元に既存品の仕様の調査。

② 浮き試験体の標準化

装置の性能を評価するための試験方法が確立されていないことから、試験体の標準化。

③ 性能評価

試験体を使用した装置の性能評価の実地試験。

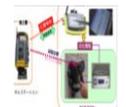
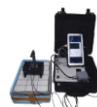
④ 提言

性能評価試験から、タイル張り外壁調査での実用化に向けた提言。

◆①実態調査

タイル外壁診断装置の基本要素として、「診断部」、「移動部」、「図面化」を切り口に、実用化されている装置の仕様調査を行った。

表3.1 タイル外壁診断装置の仕様

装置名		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
概要	外観写真										
	特徴	外壁劣化診断と結果記録を自動化したロボット	超高層集合住宅対応外壁検査システム	自動剥離診断とその位置を取得するシステム	装置を並列して50二丁12枚を一度に測定可能	自動ハンマー打撃で打音解析	打撃音診断、診断モードの詳細設定可能。	打撃力波形、小型、コンクリート強度用	V透過法による非接触浮き診断	マーカ-内臓で剥離部分を自動でマーク	打診棒にマイクを取り付けたタイプ
	装置形状	2300×2200×1010mm (160kg)	1910×500×4500(高さ可変)mm (250kg)	剥離診断機:205×160.4×187mm (1.6kg)	150×145×47 ハンマー部440～660	230×170×100mm (ハンマー部はφ 45×170mm)	据置、ポータブルなどカスタマイズ可能。	108×169×42 ハンマー別	300×300×100mm程度の測定器	—	134×76×35 打診棒別
診断部	診断原理	擦過音解析(正常部との音圧差で判断)	ハンマー打音(ウェーブレット解析)	打撃音解析(正常部との音圧しきい値としきい値超過時間の差で判断)	不明	ハンマー打撃音解析(正常部との周波数差で判断)	打撃ハンマーは任意で選ぶ。周波数、音圧など解析可能。	専用ハンマーによる打撃力波形	反射した超音波波形で判断	不明	音圧、周波数解析
	診断速度	擦過速度:1.5m/s(手作業の約6倍)	検査効率:60㎡/h	打撃測定速度:50秒/㎡	打診同等	打診同等	非常に遅い	—	遅い	不明	打診同等?
	診断範囲(深さ)	陶片～下地浮き	—	検出深さ:タイル表面から50mm深さ	不明	疑似浮き試験体で30mm深さ下地の0.1mm浮き	不明	不明	—	不明	不明
移動部	移動方法	ロボット本体の上下昇降(巻上装置)と擦過駆動部の水平移動	垂直自走式	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動
	装置荷重支持方法	屋上固定	屋上立上り部把持	手持ち(ゴンドラ支持)	ロボット搭載可能	手持ち(肩掛け)	据置、ポータブルなどカスタマイズ可能。	手持ち	手持ち	手持ち	手持ち
図面化	可否	可	可	可	否	否	否	否	否	×	×
	記録方法	CADデータへのマッピング	CADデータへのマッピング	トータルステーションに保存されたデータで診断図作成	PC接続可能	7700ポイント記憶しPCへの転送可能	可能 PC直接保管	USBでPCと接続可能	—	—	PC接続可能

◆③性能評価

(1) 外壁診断ロボットによる浮き試験体でのデモンストレーション



写真3.1 装置全景

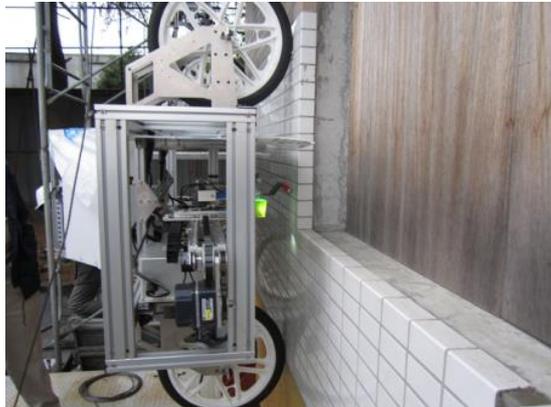


写真3.2 診断部側面



写真3.3 擦過打診部

(2) はく離検知器による打診検査

表3.2 はく離検知器と人による打診結果



写真3.4. はく離検知器

- 浮き面積が広く、浮き深さが浅いほど検出しやすい傾向は人による打診と同じ傾向。
- 浮き深さが20mm以下であれば、浮き面積50×50mmでも検出できた。
- 誤検出（浮きのない部分を浮きと判断する）はなかった。

はく離検知器Dによる打診試験結果 ○: 安定検出 △: 不安定ながら検出 ×: 非検出					人による打診 (数値は検出人数: 4名中)					
浮き深さ	10mm				浮き深さ	10mm				
浮き面積	50×50mm		100×100mm		浮き面積	50×50mm		100×100mm		
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	
判定	×	○	○	○	判定	擦過	0	0	0	4
						打撃	0	0	2	4
浮き深さ	20mm				浮き深さ	20mm				
浮き面積	50×50mm		100×100mm		浮き面積	50×50mm		100×100mm		
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	
判定	×	○	○	○	判定	擦過	0	0	0	1
						打撃	0	0	1	3
浮き深さ	30mm				浮き深さ	30mm				
浮き面積	50×50mm		100×100mm		浮き面積	50×50mm		100×100mm		
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	
判定	×	△	○	○	判定	擦過	0	0	0	0
						打撃	0	0	0	2

(3) 標準浮き試験体の作製

小型の疑似浮き試験体では、コンクリート厚さや大きさが異なるため、打音の周波数や音圧の違いがあり、また浮き面積も制限される。そこで、写真3.2に示す2000×2000×150mmのT字型PC板擁壁を躯体として、図3.1に示す位置に疑似浮き物質を設置して、施工材料(タイル、張付け材、下地材)、浮き深さ、浮き面積等を因子とした標準浮き試験体を作製した。



写真3.2 T字型PC板擁壁

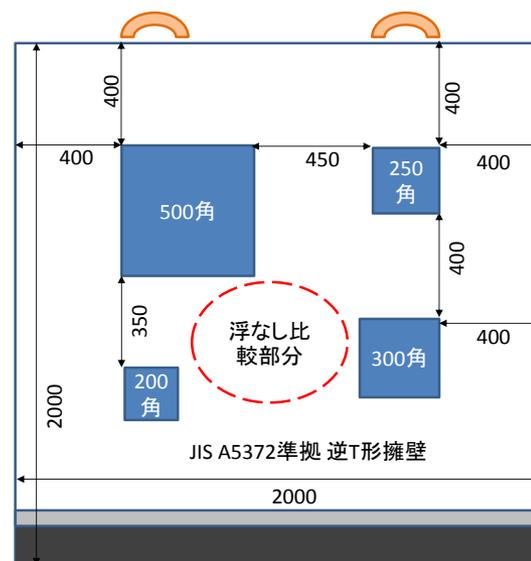


図3.1 浮き位置

(4) 標準浮き試験体による試験と結果



写真3.3 製品Bによる試験

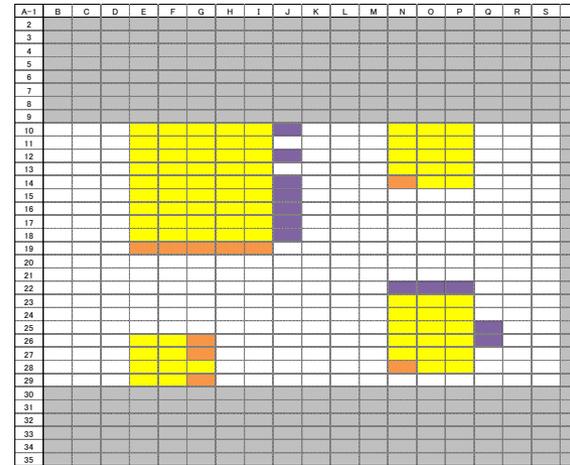


図3.2 製品Aによる試験体No.1への試験結果(診断図)

		打診結果	製品A	製品B	製品C	製品D	製品E	製品F
	調査タイル数	646	360	405	646	646	645	102
	健全	541	263	314	567	555	441	80
	浮き	105	97	91	79	91	204	22
①	打診結果<浮き>-診断機結果<浮き>	-	85	88	79	88	97	18
②	打診結果<健全>-診断機結果<浮き>	-	12	3	0	3	107	4
③	打診結果<浮き>-診断機結果<健全>	-	10	15	26	17	8	10
④	打診結果<健全>-診断機結果<健全>	-	253	299	541	538	433	70
①+④	一致数	-	338	387	620	626	530	88
①+④/総数	判定A	-	93.9%	95.6%	96.0%	96.9%	82.2%	86.3%
②/総数	判定B	-	3.3%	0.7%	0.0%	0.5%	16.6%	3.9%
③/総数	判定C	-	2.8%	3.7%	4.0%	2.6%	1.2%	9.8%

表3.3 各製品の試験体No.1への試験結果

◆④提言

装置に要求される性能

現在のタイル外壁診断は人による打診調査が主体的に行われているが、それに代わるタイル外壁診断装置は以下の7項目の性能が要求される。

特に①、②、⑦の性能が重要

①人との優位性: 時間や動作によるバラつきがないこと

②精度: 人と同等、もしくはそれ以上の判定ができること

③コスト: 打診調査から図面作成までのトータルコストが安いこと

④スピード: 人による打診200～300㎡/人工を基準と比較

⑤記録: 調査データの図面化

⑥天候: 天候の急激な変化にも対応できること

⑦多様な壁に対する適応性: ベランダや開口部など複雑形状に対応できること

ご清聴ありがとうございました
