

平成27年度 建築基準整備促進事業

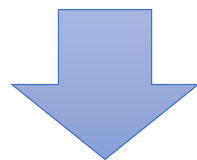
T1. 湿式外壁等の定期調査方法の合理化の検討

全国タイル工業組合

◆事業の目的

平成20年度

建築基準法第12条において特殊建築物の
定期報告制度が改正



乾式工法を除く湿式工法で施工されたタイル
張り外壁は10年ごとに全面打診を行い異常
の有無を確認することが義務化

◆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。

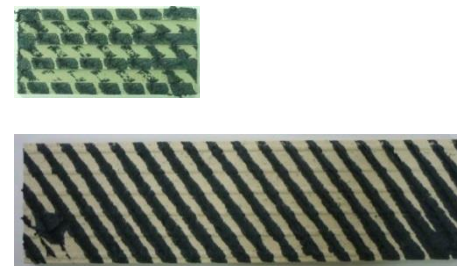
本委員会では、有機系接着剤張りしたタイル壁面の経年劣化などによる不具合を調査するより合理的な調査方法確立することを目的として検討を行い、「有機系接着剤張りタイル仕上げ外壁の定期調査指針(案)」を作成する。



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適合品。
- ・有機系接着剤はJIS A 5557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**。

※1下地調整塗材の補修面積を0.25㎡未満とした理由

日本道路公団規格JHS-424「はく落防止の押抜き試験方法」に準拠した試験(図●)によって、0.25㎡のはく離が生じた場合の安全性を確認。

モルタル張り⇒面外変位に追従できず、押抜き部を中心にタイル16枚(0.16㎡)がはく落(写真1)。
有機系接着剤張り⇒面外変位25mmで自重の5倍以上の耐力を有しており、最大50mmの面外変位が加わるまで自重を保持し、はく落しないことを確認(写真2)

下地に0.25㎡の浮きが発生しても、有機系接着剤張りでは直ちにはく落に繋がらず、定期調査時の外観目視によりはく落の危険を未然に防止可能と判断

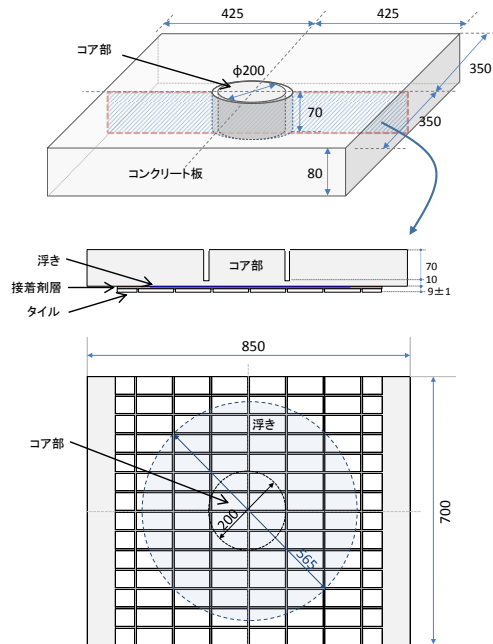


図1.1 試験体

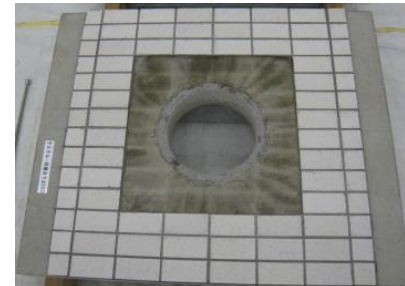


写真1.3 モルタル張りの試験後



写真1.4 接着剤張りの試験後

※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で、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に区分した

<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、底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。

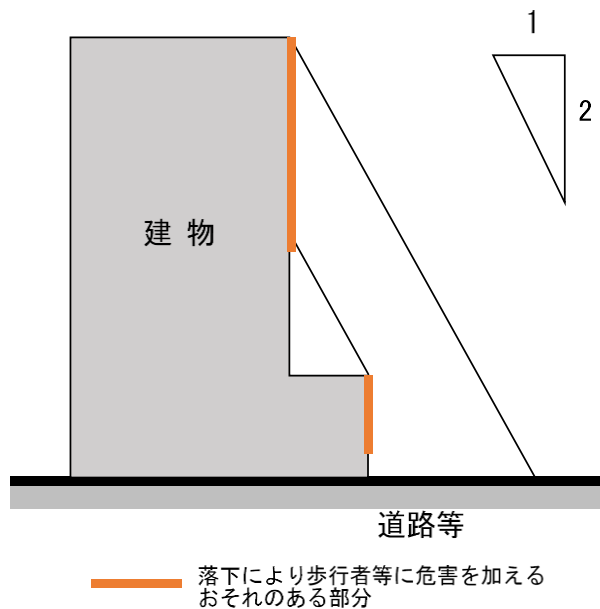


図1.2 落下により歩行者等に危害を加えるおそれのある部分の概念図

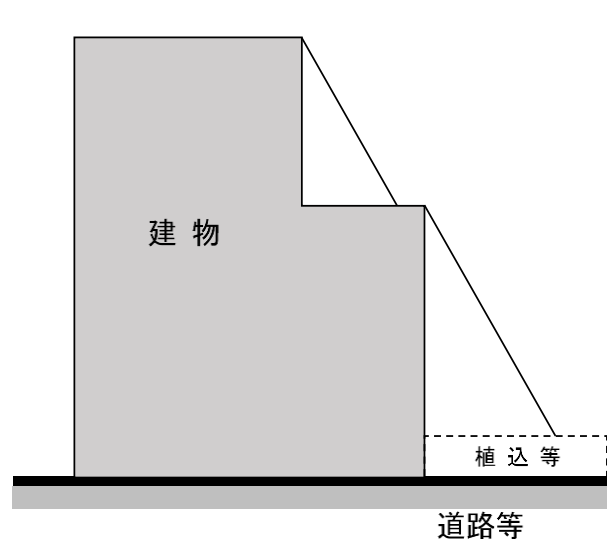


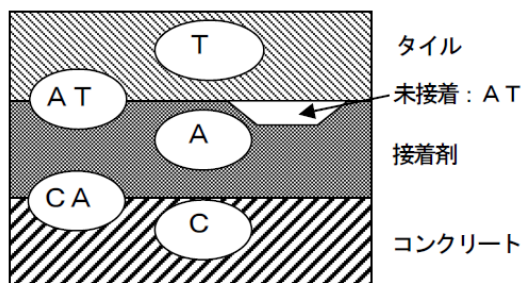
図1.3 落下により歩行者等に危害を加えるおそれのない場合の概念図

●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

表3 引張接着試験による合否判定

仕 様	引張接着強度および破壊状況
コンクリートまたは 押出成形セメント板 への直張り	①または②の場合、異常なしとする。 ①タイルの凝集破壊率、および接着剤の凝集破壊率の合計が50%以上 ②接着剤とタイルの界面破壊率およびコンクリートもしくは押出成形セメント板と接着剤の界面破壊率の合計が50%以下で、1)または2)の場合 1) コンクリートもしくは押出成形セメント板の凝集破壊率25%以下 2) コンクリートもしくは押出成形セメント板の凝集破壊率が25%を超え、かつ、引張接着強度が0.4 N/mm²以上
外装タイル張り用 有機系下地調整塗材	①または②の場合、異常なしとする。 ①タイルの凝集破壊率、接着剤の凝集破壊率、および外装タイル張り用有機系下地調整塗材の凝集破壊率の合計が50%以上 ②接着剤とタイルの界面破壊率、接着剤と外装タイル張り用有機系下地調整塗材の界面破壊率、および外装タイル張り用有機系下地調整塗材とコンクリートもしくは押出成形セメント板の界面破壊率の合計が50%以下で、1)または2)の場合 1) コンクリートもしくは押出成形セメント板の凝集破壊率が25%以下 2) 引張接着強度が0.4N/mm²以上
建築用下地調整塗材 (下地はコンクリートのみ)	①または②の場合、異常なしとする。 ①タイルの凝集破壊率、および接着剤の凝集破壊率の合計が50%以上 ②接着剤とタイルの界面破壊率および建築用下地調整塗材と接着剤の界面破壊率の合計が50%以下で、1)または2)の場合 1) 建築用下地調整塗材の凝集破壊率、コンクリートの凝集破壊率および建築用下地調整塗材とコンクリートとの界面破壊率の合計が25%以下 2) 建築用下地調整塗材とコンクリートとの界面破壊率が50%以下、かつ、引張接着強度が0.4 N/mm²以上

◆検討結果(③定期調査内容とフローチャートⅠ)

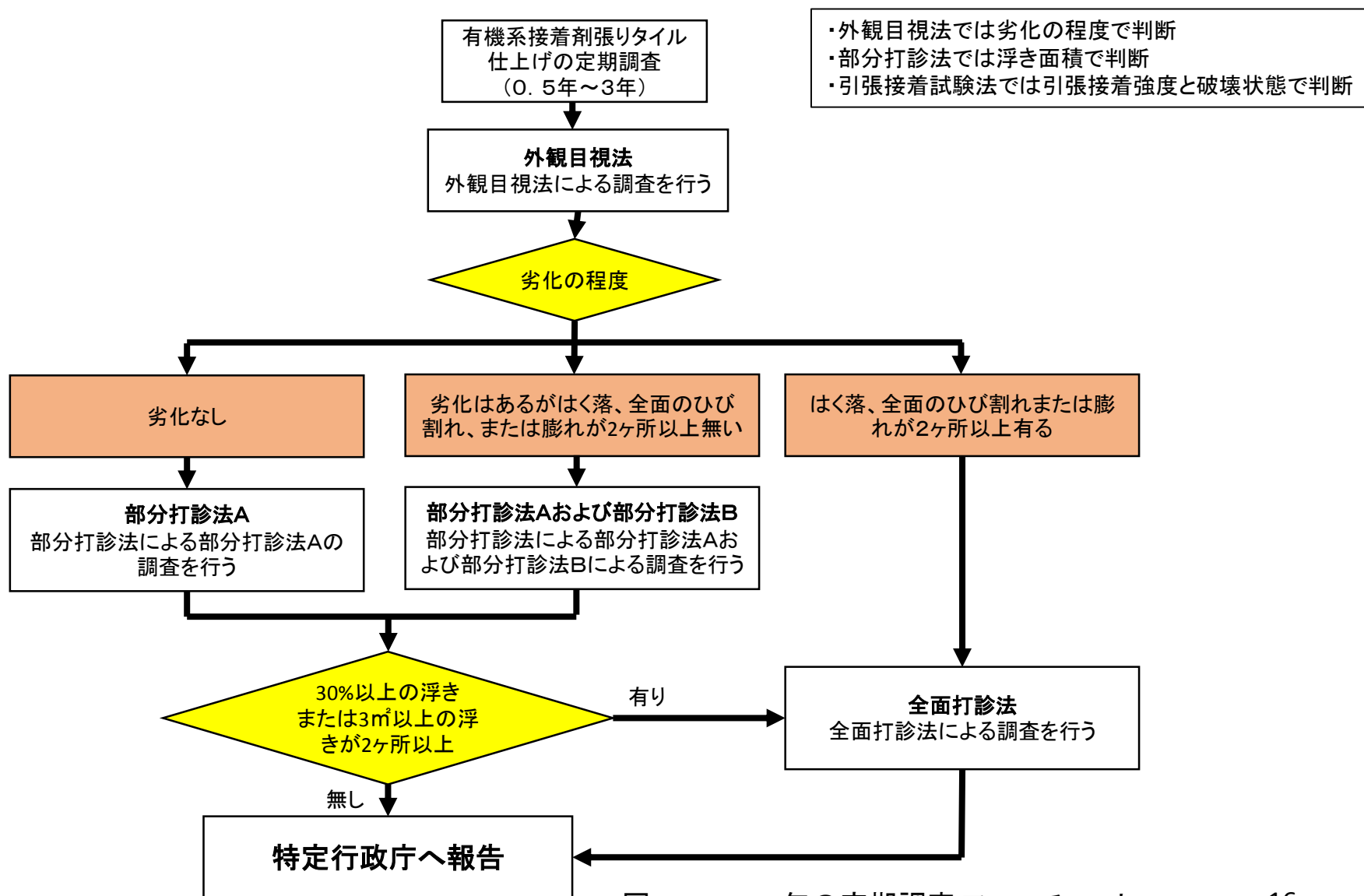


図1.5 0.5～3年の定期調査 フローチャート

◆検討結果(③定期調査内容とフローチャートⅡ)

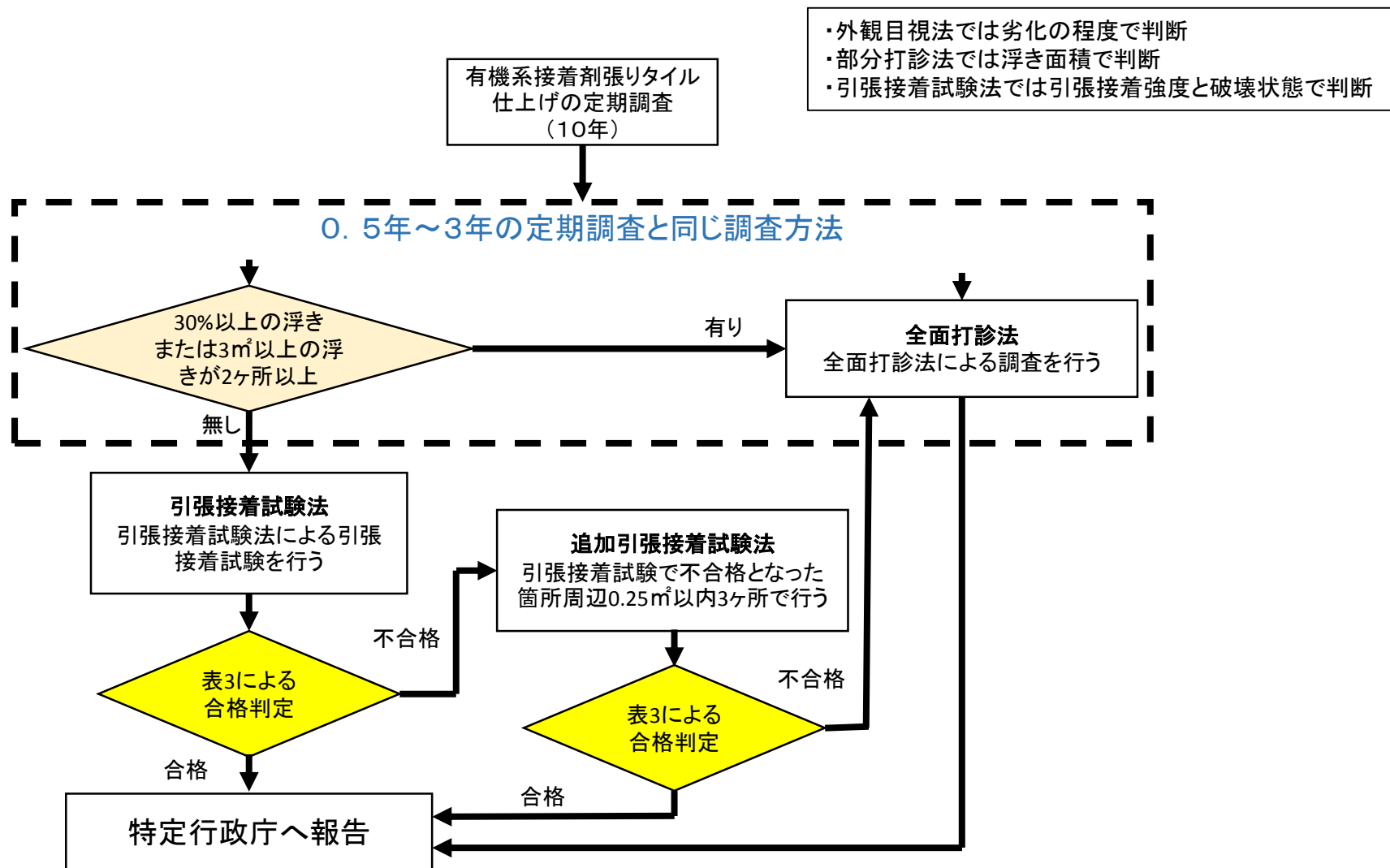


図1.6 10年超の定期調査 フローチャート

全面打診調査から引張接着試験による調査とした理由

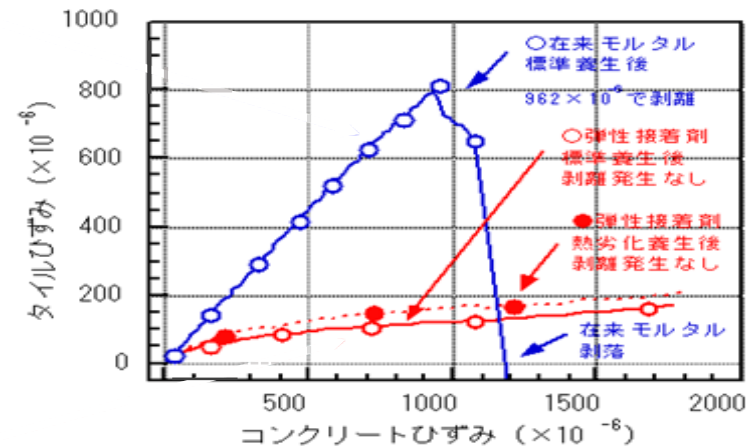
モルタル張りの場合のはく落要因は、モルタルのドライアウト等の施工不良や施工後のディファレンシャルムーブメントのひずみによる応力などがある。
有機系接着剤張りでは、デファレンシャルムーブメントによるひずみに接着剤層が追従変形して応力を緩和し、はく離を抑制できることが多数報告されており、施工ばらつきや経年変化によるはく離の危険性が低いことから、代表的な部位について引張接着試験によって接着状況を確認することが合理的であると判断。



写真1.6 軸ひずみ試験の例

《セメント系》

下地の変形に追従せず、タイルの割れ、剥離・剥落となる可能性がある。



《変成シリコン系接着剤》

下地が変形しても接着剤層の弾性で応力を緩和するため、剥離・剥落の可能性が少ない。

図1.7 コンクリート下地における軸ひずみ追従性試験結果

全面打診調査から引張接着試験による調査とした理由

1990年に施工された実建物での経年調査が20年以上実施され、接着強さと接着剤の柔軟性が維持されていることが確認されている。

表1.2 調査対象の建物とタイル仕上げの概要

建物	所在地	構造・規模	タイル	接着剤
A	神奈川	RC造 2階建	磁器質 タイル 50二丁	二成分形変 成シリコーン 樹脂系
				一成分形変 成シリコーン 樹脂系
B	大阪府	RC造 5階建	磁器質 タイル 50角モ ザイク	二成分形変 成シリコーン 樹脂系
C	大阪府	RC造 4階建	磁器質 タイル 50角モ ザイク	一成分形変 成シリコーン 樹脂系

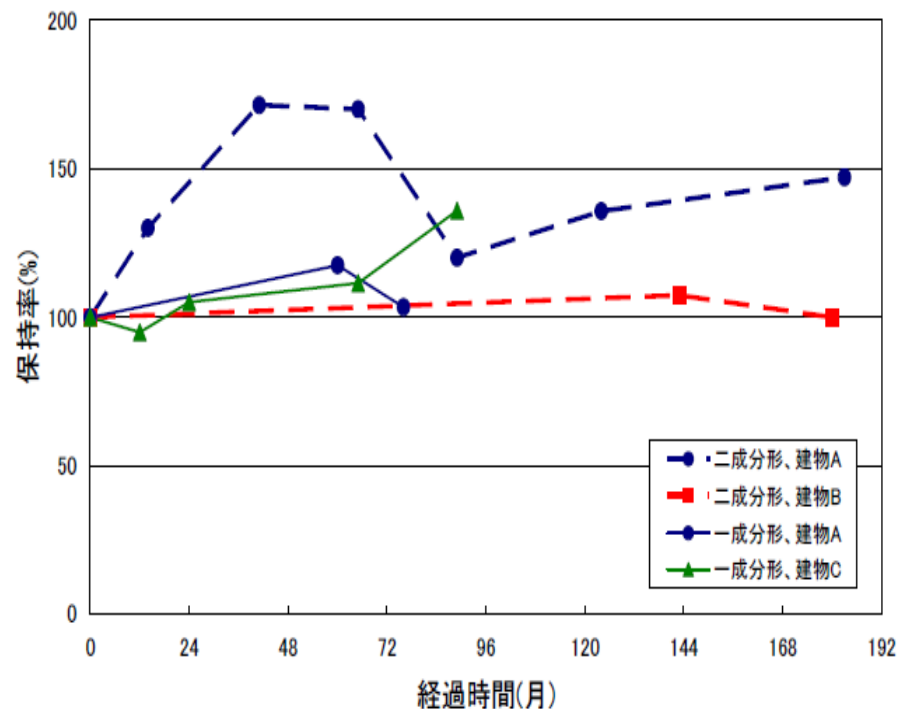


図1.8 接着強さの保持率と経過時間の関係

◆現場実証結果（施工プロセス）

実際施工中の現場で、施工プロセス検査を実施し記録を取った。
下記はその記録であり、実施可能であることを確認。

2) 下地補修範囲記録 南面 別添展開図に下地施工範囲を記入 作成日:平成28年3月3日 No.

番号	施工日	業者	補修面積 (m ²)	承認者	備考	番号	施工日	業者	補修面積 (m ²)	承認者	備考
1F う	1/28				■ 断外装タイル張り用 有機系下地調整塗材 □ 建築用下地調整塗材	3F お	2/25				
1F お	1/28	同上			■ 断外装タイル張り用 有機系下地調整塗材 □ 建築用下地調整塗材						
2F う	2/13	同上			■ 断外装タイル張り用 有機系下地調整塗材 □ 建築用下地調整塗材						
3F お	2/13	同上			■ 断外装タイル張り用 有機系下地調整塗材 □ 建築用下地調整塗材						
3F う	2/23	同上			■ 断外装タイル張り用 有機系下地調整塗材 □ 建築用下地調整塗材						

【検査要領】
断外装タイル張り用 ■
有機系下地調整塗材 ■
建築用下地調整塗材 □

※建築用下地調整塗材の1ヶ所あたりの補修面積は、0.25m²未満とする



3) プロセス検査記録 東面

作成日:平成28年3月3日 No.

番号	施工日	業者	充填率(%)	合・否	承認者	指示事項	番号	施工日	業者	充填率(%)	合・否	承認者	指示事項
1	2/8	マルニシタ	90	合・否			⑪	3/3	〃	65	合・否		
2	2/9	〃	85	合・否							合・否		
3	2/9	〃	85	合・否							合・否		
4	2/14	〃	70	合・否							合・否		
5	2/14	〃	70	合・否							合・否		
6	2/16	〃	85	合・否							合・否		
7	2/16	〃	90	合・否							合・否		
8	2/27	〃	70	合・否							合・否		
9	2/29	〃	70	合・否							合・否		
10	2/29	〃	70	合・否							合・否		

[検査要領]

1日2回 施工者(現場係員)が
立会いの元、検査を実施する

[合否判定]

合格:接着面積率 $\geq 60\%$

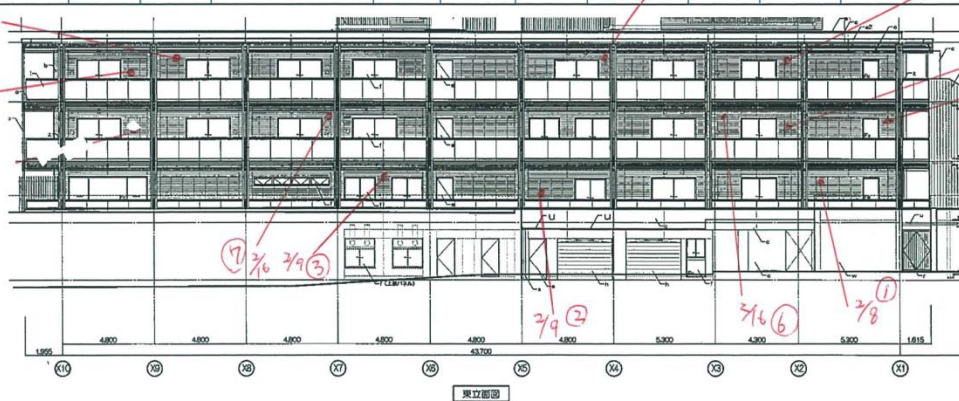


写真1.7 接着剤の付着状態

◆現場実証結果(10年超建物調査)

10年超の建物で、指針案に基づいて、外観目視法、手の届く範囲の打診法、引張接着試験法により、調査を実施。指針案の実施が可能であることを確認。

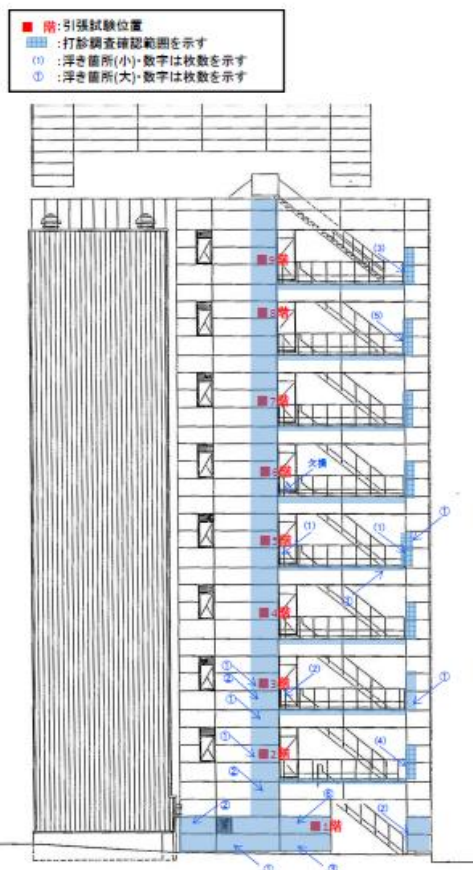


図1.9 調査部位



写真1.8 調査の状況



写真1.9 引張接着試験結果

引張接着試験記録													作成日：平成28年2月26日					
番号	試験日時	破壊荷重(N)	W(mm)	L(mm)	接着面積(mm ²)	接着強度(N/mm ²)	破壊部位及び破壊面積比率(%)							下地材齢(日)	タイル材齢(日)	合・否	承認者	備考
							T	N	AT	A	BA	B						
1階	2/24	9,730	195	44	8580	1.13		40		60						合格		
2階	2/24	6,440	195	44	8580	0.75		44		56						合格		
3階	2/24	4,630	195	44	8580	0.54	1	50		49						合格		
4階	2/24	9,300	195	44	8580	1.08		22		78						合格		
5階	2/24	7,970	195	44	8580	0.93		35		65						合格		
6階	2/24	8,400	195	44	8580	0.98		42		58						合格		
7階	2/24	7,270	195	44	8580	0.85	1	39		61						合格		
8階	2/24	9,660※	195	44	8580	1.13		20		80						合格		※) 9660 (N) 以上
9階	2/24	7,510	195	44	8580	0.88		24		76						合格		
					0													
					0													
					0													
					0													
					0													
					0													
					0													
					0													
					0													

[凡例] T : タイルの凝集破壊
 N : 未接着
 AT : タイルー接着材の界面破壊
 A : 接着材の凝集破壊
 BA : 押出成形セメント板と接着材の界面破壊
 B : 押出成形セメント板の凝集破壊
 [合否判定] T+A+B ≥ 50

改修した湿式外壁の調査委員会 (第二委員会)

◆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。

本委員会では、これらの改修した外壁調査の判断方法の基準案を作成することを目的とする。

＜※2.1 浮き部改修工法＞

- 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

◆ 検討事項とその結果

①改修工法の実態把握

改修工法の実態を把握するため、既存工法の仕様や実績などの情報収集を行った。
改修工法は「標準化された工法」と「外壁複合改修工法」に区分した。

②標準化された工法の検討

- ・「アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法」と「注入口付アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法」で、浮き代と残存空隙面積をシミュレーション。
- ・調査方法案を作成⇒次年度検討

③外壁複合改修工法の検討

- ・工法の標準化案を作成。
- ・調査方法案として「改修時の施工記録」、「3年点検内容」、「10年点検内容」を作成⇒次年度検討

◆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エポキシ樹脂注入工法(部分・全面)

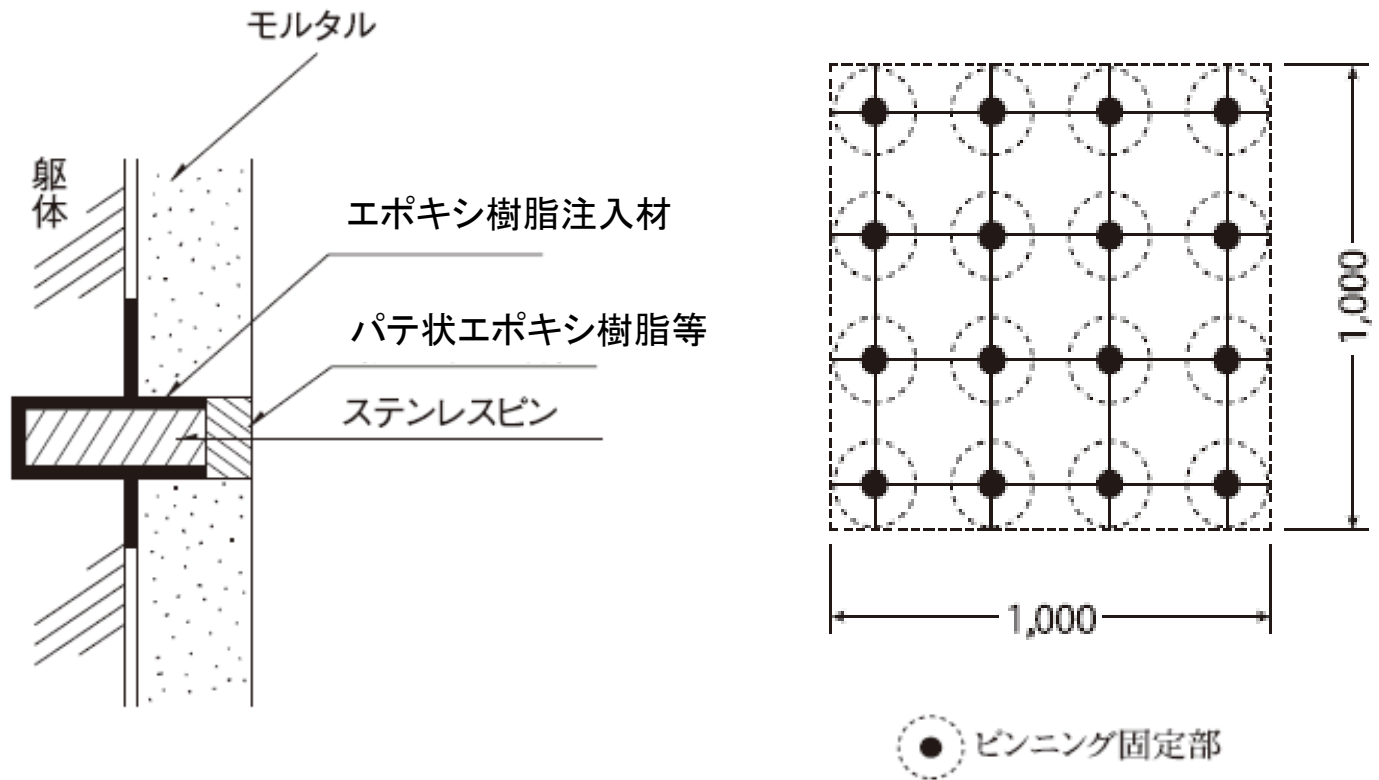
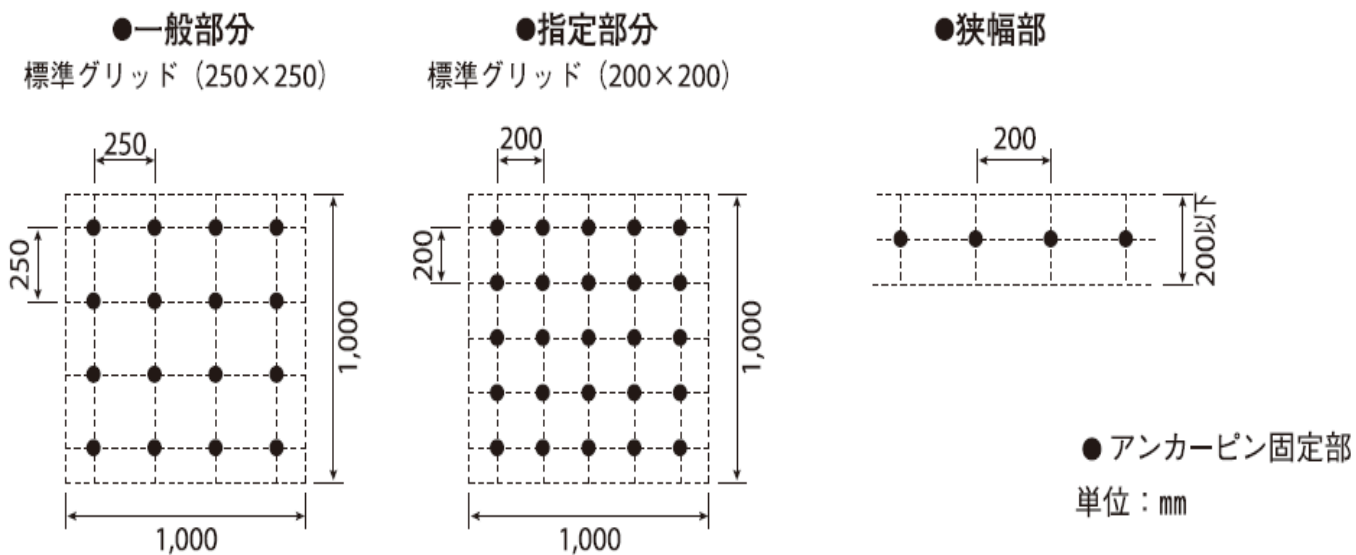


図2.1 アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法の標準的な構成



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エポキシ樹脂注入工法の標準配置グリッド

【一般部】

※浮き代 0.7mmの場合:注入される面積＝約57%

⇒注入箇所と注入箇所との間の空隙は154mm角程度

※浮き代 0.5mmの場合:注入される面積＝約72%

⇒注入箇所と注入箇所との間の空隙は114mm角程度

より空隙の大きい浮き代0.7mmを想定した154mm角程度の残存浮き部があっても建築改修工事標準仕様書(以降、標仕)に則った施工がされたとみなせると考えられます。

⇒150mm角を基準とし、実態調査等を行う予定。

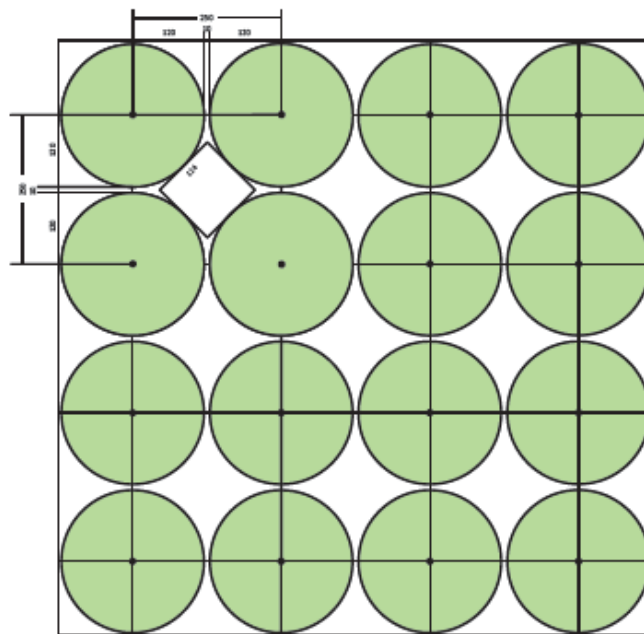


図2.3 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法
(浮き代 0.7mmの場合:注入される面積 約57%)

補修改修後の残存浮き部の判断についての試案

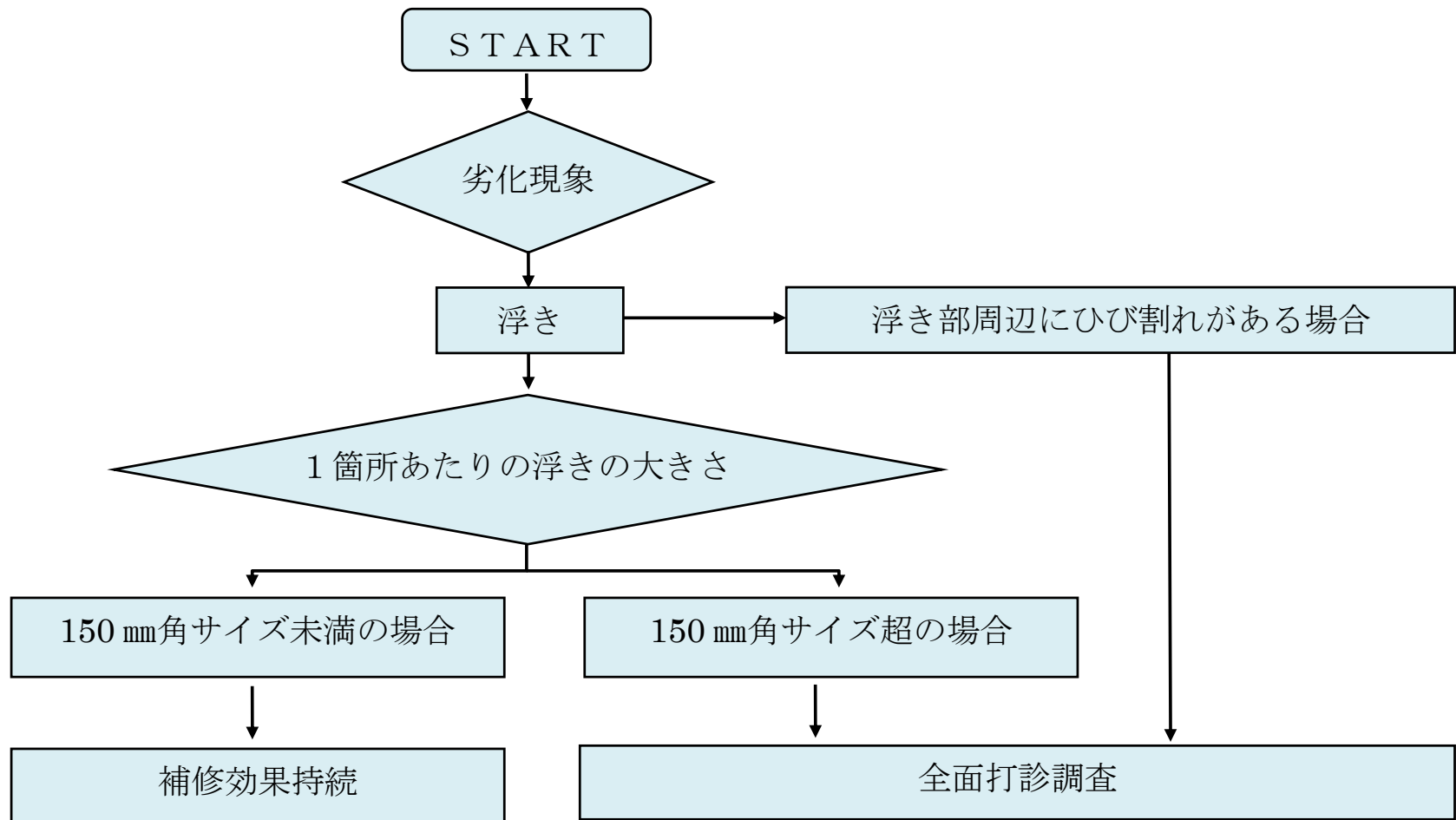
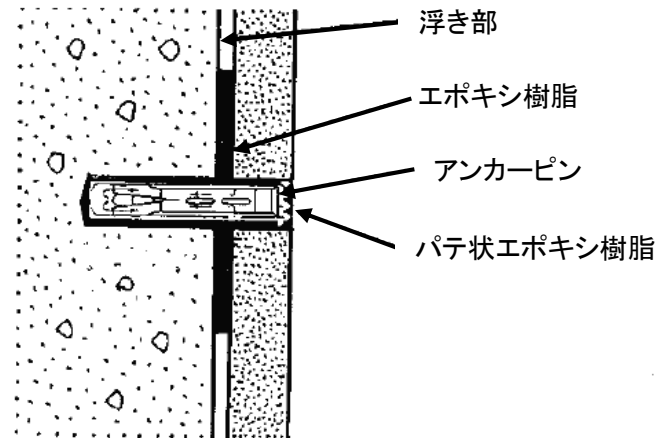
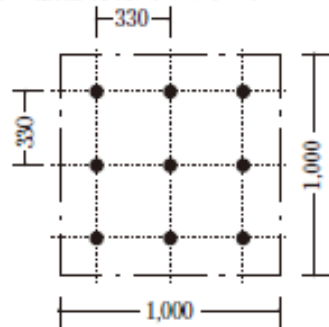


図2.4 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法の調査判定フロー

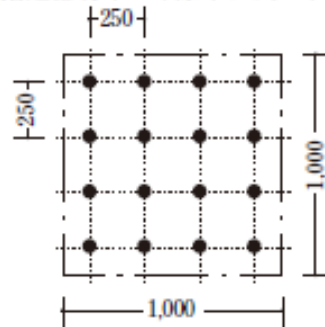
Ⅱ．注入口付アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法(部分・全面)



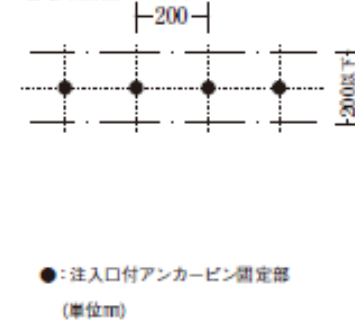
①一般部分標準グリッド(330×330)



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2.5 注入口付アンカーピンニングエポキシ樹脂注入工法の標準的な構成

【一般部分】

※浮き代 0.7mmの場合: 注入される面積＝約29%

⇒注入箇所と注入箇所との間の空隙は267mm角程度

※浮き代 0.5mmの場合: 注入される面積＝約41%

⇒注入箇所と注入箇所との間の空隙は227mm角程度

より空隙の大きい浮き代0.7mmを想定した267mm角程度の残存浮き部があっても標仕に則った施工がされたとみなせると考えられます。

⇒250mm角を基準とし、実態調査等を行う予定。

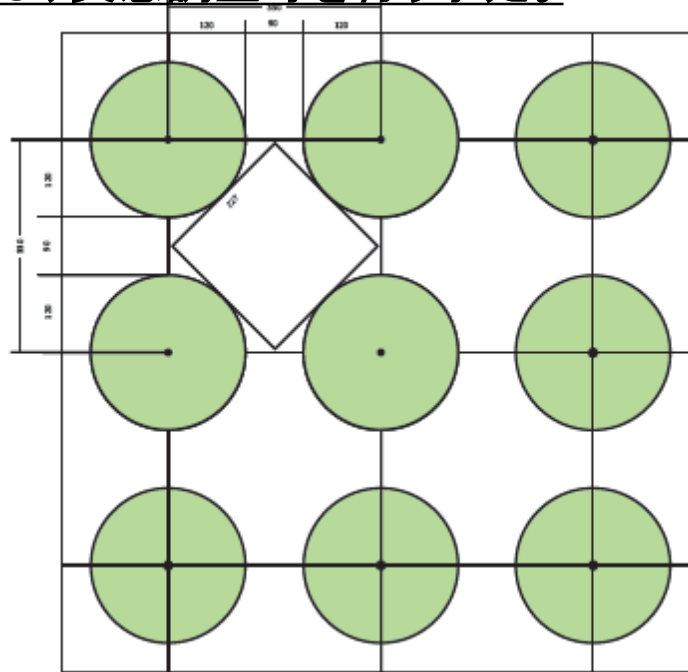


図2.6 注入口付アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法
(浮き代 0.7mmの場合: 注入される面積 約29%)

補修改修後の残存浮き部の判断についての試案

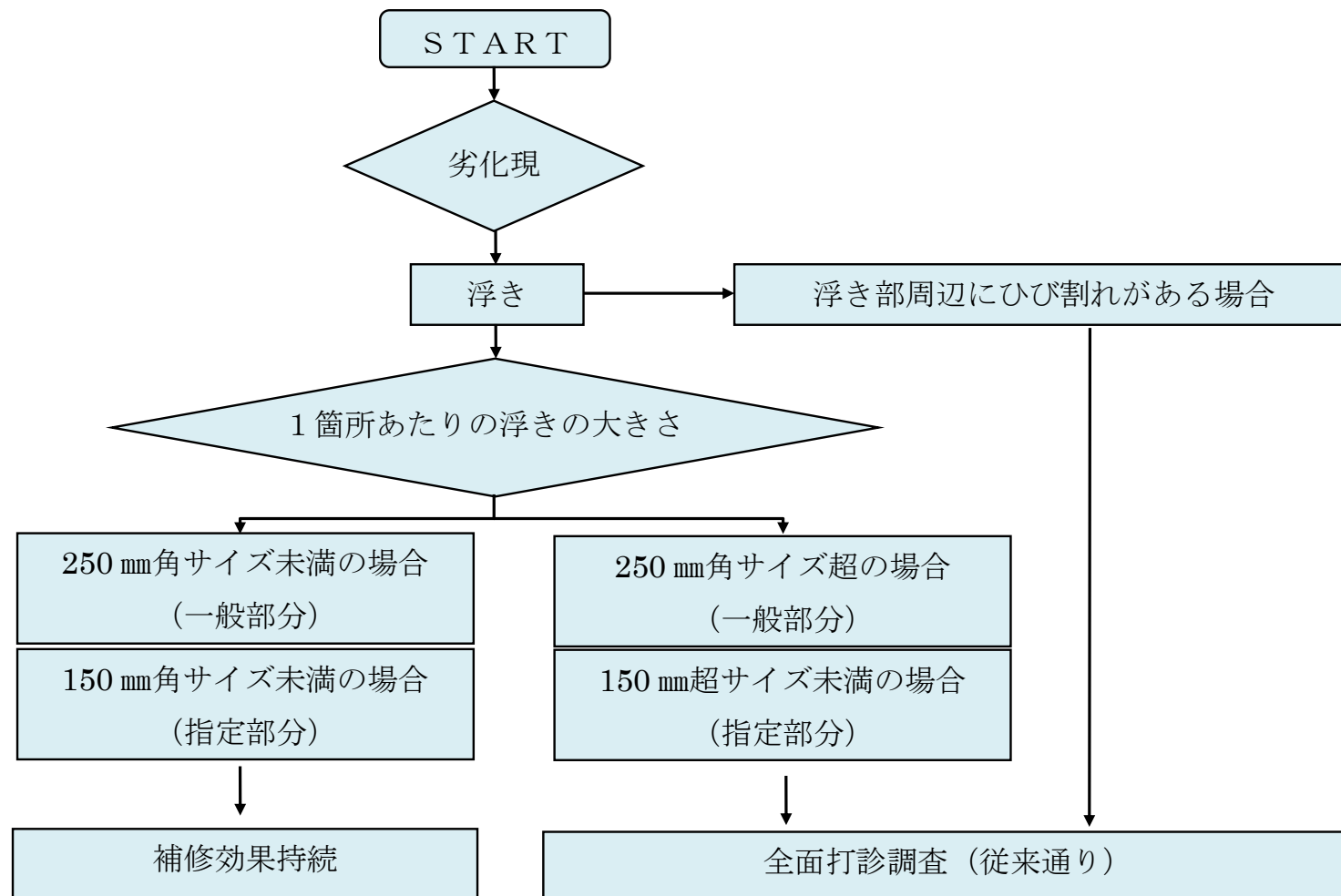


図2.7 注入口付アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法の調査判定フロー

◆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
	主剤	1材型アクリル系フィラー	ポントカーボピンネット中塗り 炭素繊維配合ポリマーセメント	SBR系ポ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案

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、原案を作成した。次年度の検討課題である。

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点検方法試案

現状を元に外壁複合改修工法の点検方法案を作成。⇒次年度の検討課題。

(A)改修時の施工記録

点検を行う際、下記の施工記録を確認する。

- イ 劣化調査図・下地補修図面
- ロ イに関する補修方法・数量表
- ハ 外壁複合改修工法のアンカーピン引張試験結果報告書
建物の東西南北各面1箇所、または、500m²について1箇所とし、1か所当り3本とする
- ニ 外壁複合改修工法の付着力試験結果報告書
建物の東西南北各面1箇所、または、500m²について1箇所とし、1か所当り3ヶとする

(B)3年点検

基本的に目視にて、施工記録を確認しながら大きなひび割れ、欠損、膨れ等が発生していないか確認する。

(C)10年点検

手の届く範囲の打診と目視を行い、施工記録と下記の事項を確認する。

- イ 新たな1箇所0.5m²以上の浮きの発生
- ロ 浮き補修箇所における0.5m²以上に拡大した浮きの発生
- ハ アンカーピン部におけるひび割れの発生
- ニ 剥落の恐れのある浮き
- ホ その他剥落の恐れのある劣化等

上記の事項を確認の上、劣化の進行が著しい場合においてはアンカーピン引張試験、付着力試験等を行う。

◆今後の計画

平成28年度の計画(予定)

改修した湿式外壁を構成する材料・工法の調査委員会	日本建築仕上学会研究委託委員会開催予定			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
							○			○		○		○	
複合改修外壁の点検方法を実態調査して課題検討し、合理的点検方法の技術基準を提案する	課題検討	実態調査	各委員ヒアリング												
		課題整理	WG1,2で技術基準検討												
		技術基準提案	技術基準立案												
	実験検証	試行・検証	実現場で試行検証												
	報告書作成														

はく離検知器・装置の調査委員会 (第三委員会)

◆背景と目的

タイル外壁を診断するためのはく離検知器・装置は様々な種類のものが開発されているが、診断結果のバラつきやコスト等の問題から実用化しているものは少ない。

第三委員会では、これら**はく離検知器・装置**の使用実態調査を行い、はく離検知性能やその他の要件などを明らかにし、実用化に向け技術基準等を提案していくことを目的とする。



写真3.1 開発されたはく離検知器・装置の例

◆検討事項

① はく離検知器装置の実態調査

有識者や市場の情報を元に既存品の仕様の調査。

② はく離検知器・装置の性能評価

一部の検知器・装置の性能評価のデモンストレーションの実施。

③ 浮き試験体の標準化

はく離検知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、まず、その試験方法の標準化を図ることを開始。

◆ 検討結果 (①実態調査)

はく離装置検知器の基本要素として、「診断部」、「移動部」、「図面化」を切り口に実用化されているものの仕様調査を行った。

表3.1 はく離検知器・装置の仕様

製品名		A	B	C	D	E	F	G
開発者(メーカー)		S社	T社	O社	F社	Sn社	N社	Nt社
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叩き機	自動剥離診断とその位置を取得するシステム	超高層集合住宅対応外壁検査システム	自動ハンマー打撃で打音解析	V透過法による非接触浮き診断	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
	装置形状	2300×2200×1010mm (160kg)	剥離診断機: 205×160.4×187mm (1.6kg)	1910×500×4500 (高さ可変) mm (250kg)	230×170×100mm (ハンマー部はφ45×170mm)	300×300×100mm程度の測定器	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
診断部	診断原理	擦過音解析(正常部との音圧差で判断)	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)	ハンマー打音(ウェーブレット解析)	ハンマー打撃音解析(正常部との周波数差で判断)	反射した超音波波形で判断	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
	診断速度	擦過速度: 1.5m/s (手作業の約6倍)	打撃測定速度: 50秒/㎡	検査効率: 60㎡/h	打診同等	遅い	非常に遅い	—
	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	—	疑似浮き試験体で30mm深さ下地の0.1mm浮き	—	不明	不明
移動部	移動方法	叩き機本体の上下昇降(巻上装置)と擦過駆動部の水平移動	手動	垂直自走式	手動	手動	手動	手動
	装置荷重支持方法	屋上固定	手持ち(ゴンドラ支持)	屋上立上り部把持	手持ち(肩掛け)	手持ち	据置、ポータブルなどカスタマイズ可能。	手持ち
図面化	可否	○	○	○	×	×	×	×
	記録方法	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	CADデータへのマッピング	7700ポイント記憶LPCへの転送可能	—	可能 PC直接保管	USBでPCと接続可能
その他	調査実績	6物件(2015年11月)					外壁ではなし	
	価格						不明	

◆ 検討結果 (②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

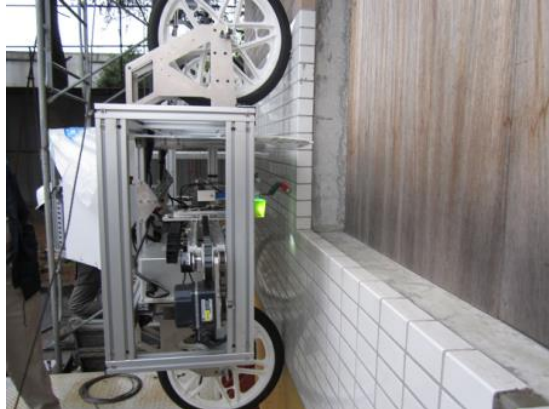


写真3.2 診断部側面



写真3.3 擦過打診部

(2) はく離検知器Dによる打診検査



写真3.4. はく離検知器D

表3.2 はく離検知器Dと人による打診結果

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				
浮き深さ	10mm			
浮き面積	50×50mm		100×100mm	
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm
判定	×	○	○	○
浮き深さ	20mm			
浮き面積	50×50mm		100×100mm	
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm
判定	×	○	○	○
浮き深さ	30mm			
浮き面積	50×50mm		100×100mm	
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm
判定	×	△	○	○

人による打診 (数値は検出人数: 4名中)					
浮き深さ	10mm				
浮き面積	50×50mm		100×100mm		
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	
判定	擦過	0	0	0	4
	打撃	0	0	2	4
浮き深さ	20mm				
浮き面積	50×50mm		100×100mm		
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	
判定	擦過	0	0	0	1
	打撃	0	0	1	3
浮き深さ	30mm				
浮き面積	50×50mm		100×100mm		
浮き代	0.1mm	1.0mm	0.1mm	1.0mm	
判定	擦過	0	0	0	0
	打撃	0	0	0	2

- 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。

◆検討結果(③浮き試験体の標準化)

- ・浮き深さ、浮き代、浮き面積等により検知能力に差がある。
- ・浮き＝空気層の試験体を作製することは困難であり、浮きの因子と水準を変化させて評価するためには、「疑似浮き物質」を挟み込む方法が多く用いられている
- ・疑似浮き物質を調べて、空気層の浮き試験体と比較評価した。

表3.2 疑似浮き条件

疑似浮き条件				
疑似浮物質	PE発泡シート (ミラマット)	紙・ビニル複合 (ビニル袋にキムタオル1枚を入れる)	紙 (キムタオル)	油脂 (ニベア)
浮き深さ (下地厚さ)	10mm	20mm	30mm	
浮き面積	50 × 50 mm		100 × 100 mm	
浮き代	0.0mm (比較)	0.1mm	1.0mm	

- * PE発泡シート (比重0.03) は浮き代1.0mmのみ
- * 紙・ビニル複合は浮き代0.1mmのみ

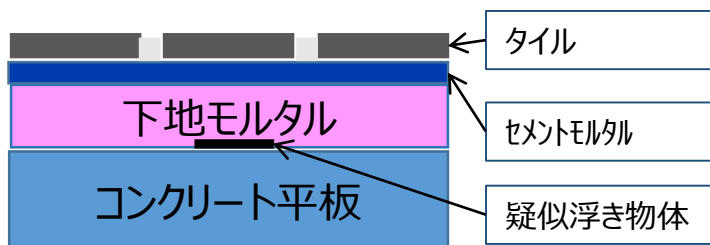
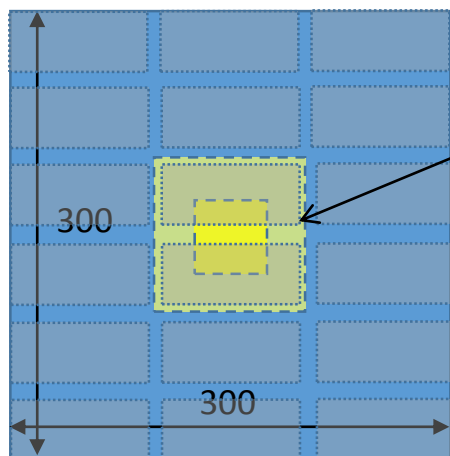


図3.1 疑似浮試験体断面



* 基準 (エア) 浮き試験体作製前に作製したため、中央部・端部の打撃音の違いの結果を反映できていない。



写真3.4 試験体断面



写真3.5 試験体平面

図3.2 疑似浮き試験体の平面

打診検査の検出率の結果（浮き深さと検出率の関係）

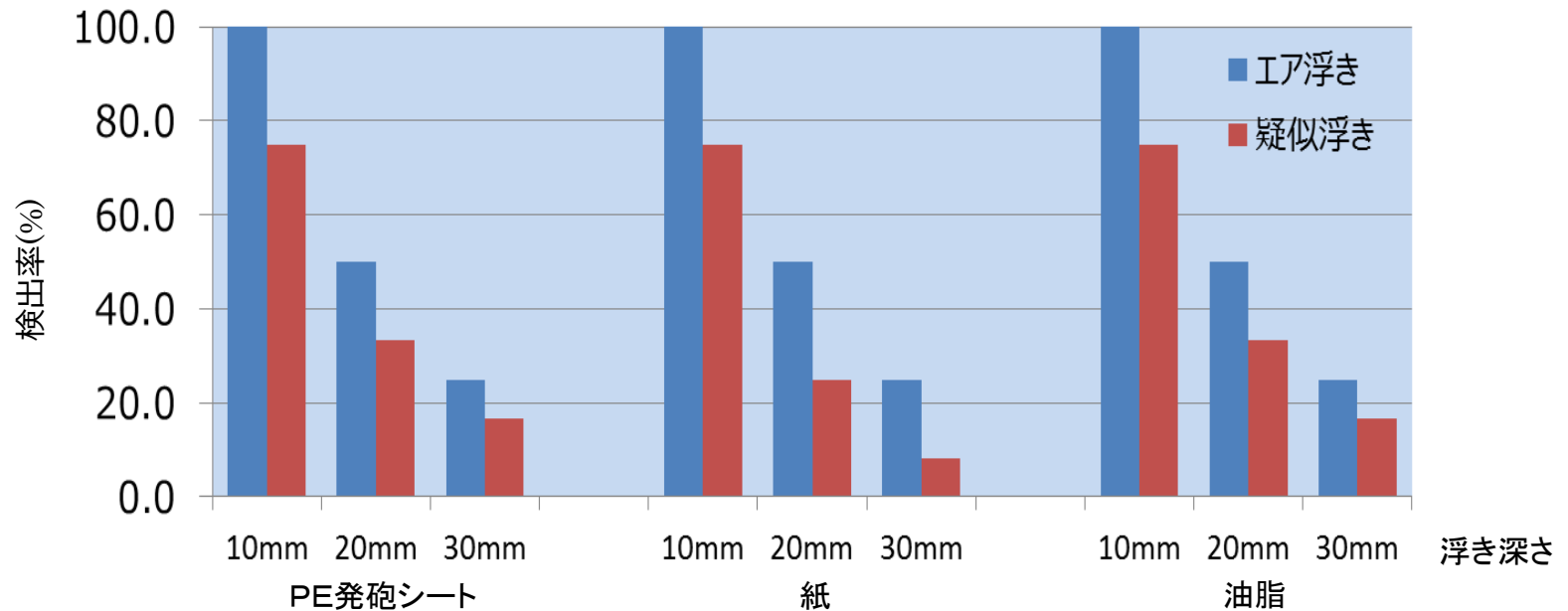


図3.3 疑似浮物質別の打診検出率(打撃)(浮き面積100×100, 浮き代1.0mm)

- エア浮き試験体に近い打診結果が得られる疑似浮き物質は「PE発泡シート」と「油脂」であった。
- 総じてエア浮き試験体の方が検出率が高い。
- 浮き深さが深くなるほど検出しにくい傾向はエア浮きと疑似浮きで一致する。

疑似浮き試験体作製には作製の容易性も考慮してPE発泡シートが適していると判断した。

◆今後の計画

平成28年度計画(予定)

剥離検知器・装置 の調査委員会	日本建築仕上学会研究委託 委員会開催予定			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
							○			○		○		○	
はく離検知器の 使用実態を調査 して課題検討し、 検知器に要求さ れる性能、技術基 準を提案する。	課題 検討	実態調査	個別ヒア リング調査												
		課題整理	検知器分 類整理												
		対策立案	技術基準 立案												
	実験 検証	打音検知 器精度の 共有	試験方法 標準化												
		試行・検 証	モデル試 験体検証												
	報告書 作成														

ご清聴ありがとうございました
