

建築物のタイル張り等の仕上げ外壁の 維持管理

国立研究開発法人建築研究所
眞方山 美穂



<本日の内容>

1. 外壁の仕上げ—タイル張り仕上げ・モルタル塗り仕上げ
2. 外壁タイル仕上げの建物
—タイル張りの歴史
3. タイル張り外壁の施工法は？
4. 外壁タイル等の落下事故と地震被害
5. タイル・モルタル外壁の維持管理
6. 外壁調査の方法と補修・改修
7. おわりに



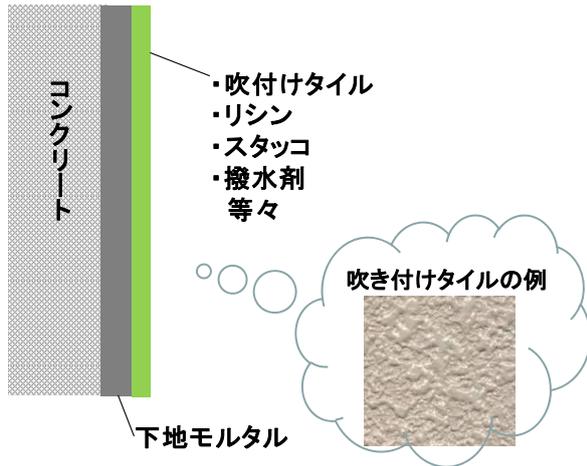
1. 外壁の仕上げ — タイル張り仕上げ・モルタル塗り仕上げ

■ 鉄筋コンクリート造の外壁の仕上げ

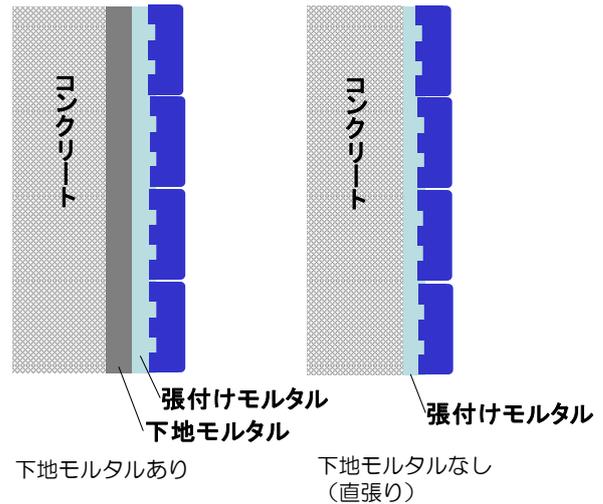
- ・ 美観
- ・ コンクリート等の躯体の保護効果

■ 代表的な仕上げ工法として、

モルタル塗り仕上げ



タイル張り仕上げ



2

1. 外壁の仕上げ — タイル張り仕上げ・モルタル塗り仕上げ

「タイル張り仕上げ」

メリット

- 高級感のある外観
- 日常のメンテナンスが楽 …… 汚れなどは洗浄でききれいになる
- 高い耐久性

… 「タイル」 自体は無機材料、劣化しない

デメリット

- 初期コストが高い
- 剥離の危険性がある…… コンクリート躯体・下地モルタル・タイルの積層構造のため、接着力不足や積層された各材料の温度・湿度によるムーブメントが異なる等々

モルタル塗り仕上げも同様

定期的な調査・診断が不可欠
メンテナンスフリーではない

3

タイルの歴史 ざっくり……

- 紀元前7000年頃から「日干しれんが」を建材として建物が作られるようになる ～メソポタミア地方
- 火を使用することで粘土が焼き固まることが発見されると、「焼成れんが」が使用されるようになる
- 紀元前3500年頃には、釉薬が発見され、釉薬タイルに近いものが作られ始められるようになるといわれている
- 10世紀頃、イスラム建築（モスクや宮殿など）にモザイクタイルが用いられるようになると、それらはヨーロッパに広がる（スペイン・アルハンブラ宮殿のタイル装飾など有名）
- その後、スペインからイタリア、さらにオランダやイギリスで発展し、19世紀後半には工場生産されるようになった。



イシュタル門（バビロニア）



イスタンブールのモスク



アルハンブラ宮殿 4

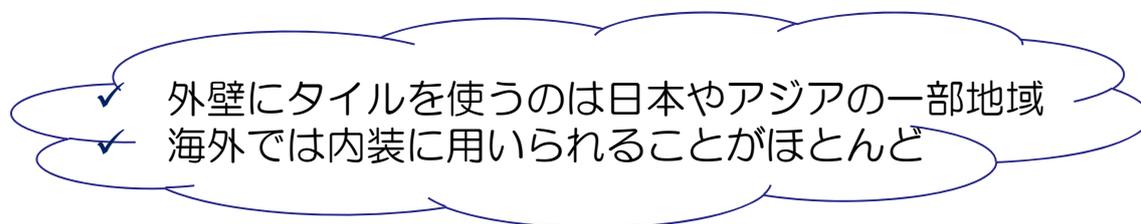
- 中国でも、後漢の時代から「せん」と呼ばれるタイルの原型が作られ、仏教伝来とともに日本にも入ってきた。
- 飛鳥時代に仏寺の造営のために作られた屋根瓦、腰瓦等が最初の「タイル」といわれている。
- 日本で本格的にタイルが普及し始めたのは、西洋建築が入ってきた明治時代。
- 1914年に竣工した東京駅の外装に「化粧れんが」が張り付けられていた。この化粧れんがは厚さ15mmと45mmで、これが外装タイル仕上げが一般的になる始まりといわれている。



現在の東京駅

2. 外壁タイル仕上げの建物 –タイル張りの歴史

- 1923年の関東大震災でれんが造などの組積造建物に被害が出たため、その後は鉄筋コンクリート造建物が建てられるようになり、外装仕上げとして「**れんが造の印象**」を与えるタイル張りが用いられるようになった。
- その後、公衆浴場や一般住宅の内装タイルが普及し、現在のように建築物の外壁に多く用いられるようになった。



6

3. タイル張り外壁の施工法は？

■ タイル張り外壁の施工方法

<張り付け方>

1. 湿式工法 モルタルもしくは有機系接着剤でタイルを貼り付ける。手張り工法。使用実績は古く、今日までいろいろな工法が開発されている。
2. 乾式工法 タイルを引っ掛けられるように特殊加工した専用パネルを取り付けてタイルを張り付ける。木造住宅の外装に用いられていることが多い。

<湿式工法はさらに…>

1. 手張り工法 職人が手で貼りつける。
2. 先付け工法 省力化、合理化の一環として開発された工法で、型枠先付け工法とPca先付け工法がある。（大規模な事務所ビルなど）

7

3. タイル張り外壁の施工法は？



下地モルタル

下地モルタルの施工



既調合モルタル



練混ぜ中



練りあがった張付けモルタル

3. タイル張り外壁の施工法は？



「モルタル張り」張付けモルタルの施工



モザイクタイル

ニ丁掛けタイル

「モルタル張り」
タイルの施工



こて

道具



張付けモルタル

3. タイル張り外壁の施工法は？



「接着剤張り」の様子

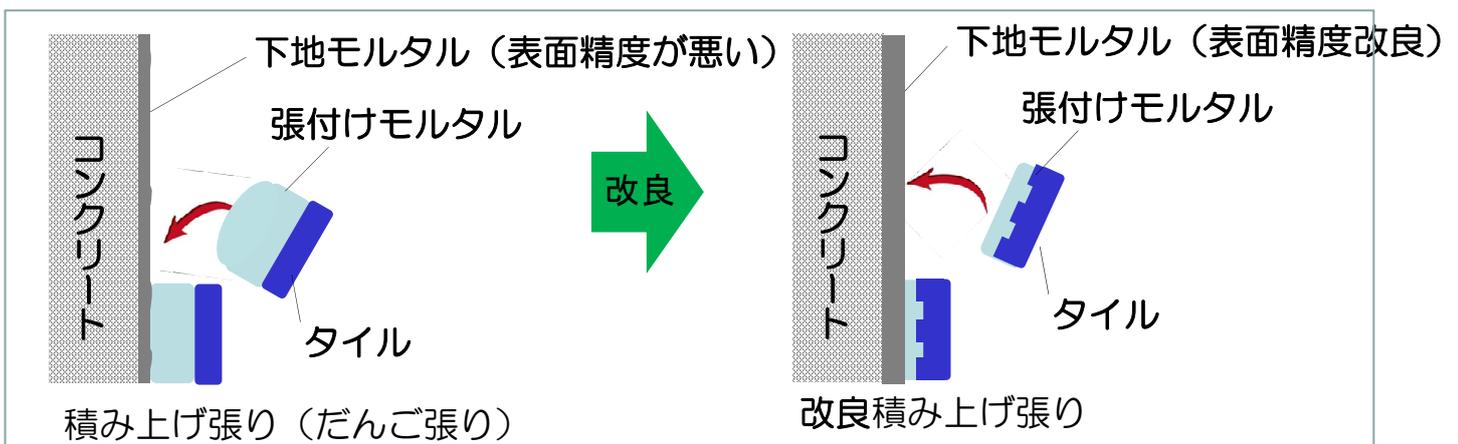


こて

10

3. タイル張り外壁の施工法は？

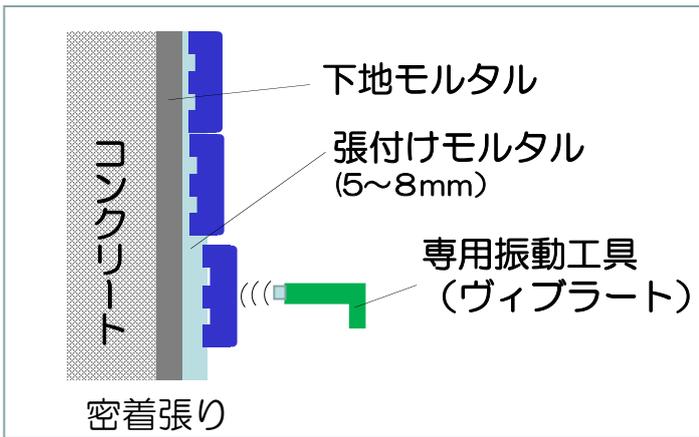
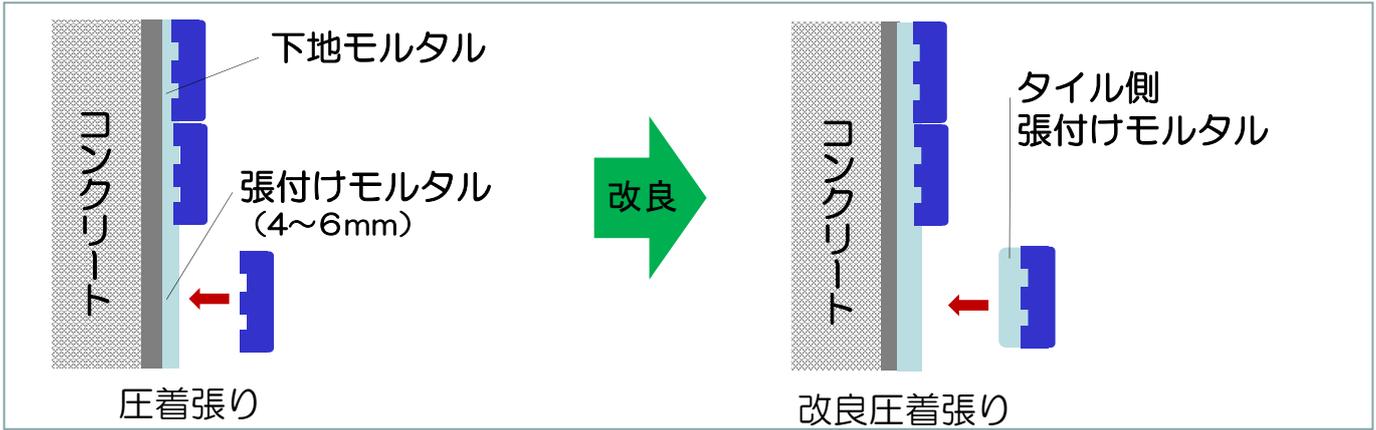
■ 湿式工法 …手張り工法



- 積み上げ張りは、昭和30年代までで、現在は用いられていない

11

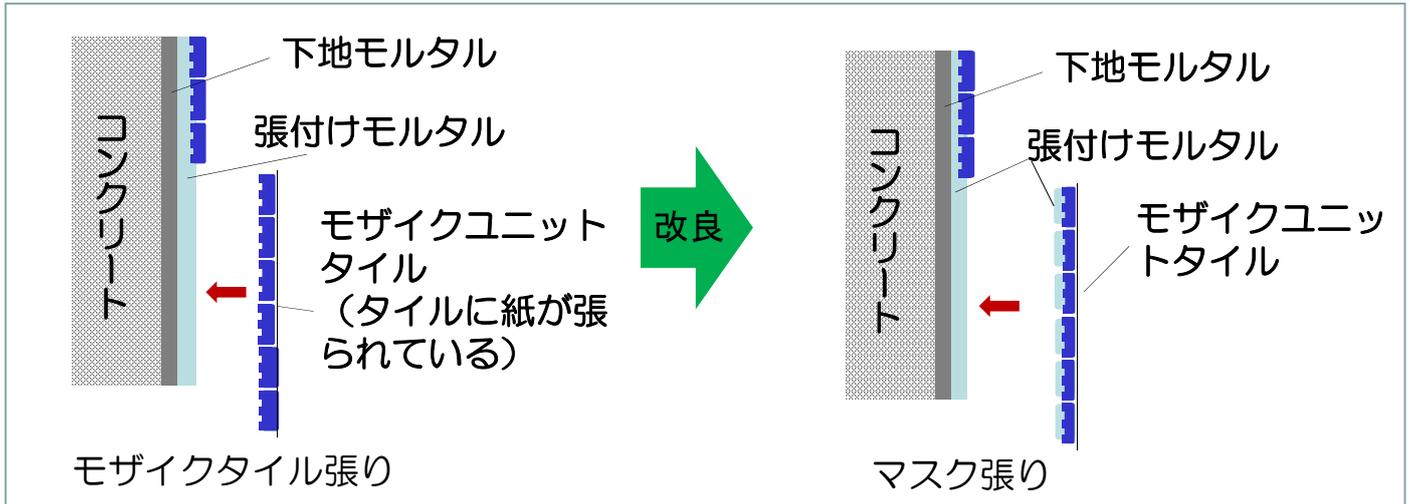
3. タイル張り外壁の施工法は？



- 張付けモルタルのドライアウトが剥離・剥落の原因に

12

3. タイル張り外壁の施工法は？

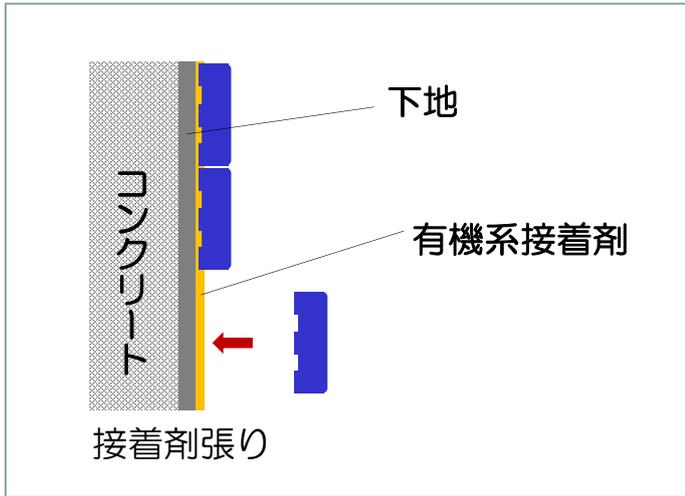


モザイクユニットタイル (タイルに紙が張られている)



13

3. タイル張り外壁の施工法は？



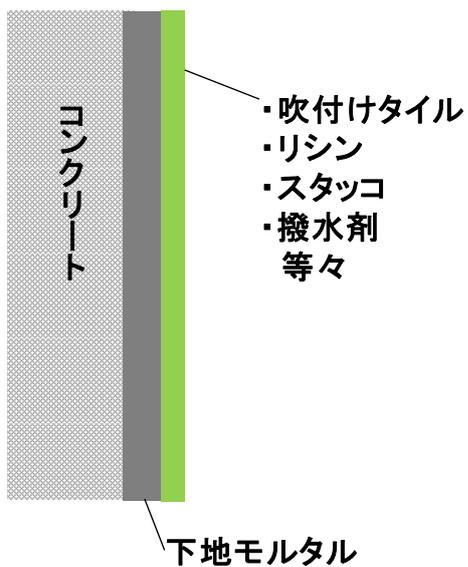
接着剤を塗っている状況

- 外壁の接着剤張りは20年程前から
- 内装については、ずっと前から

14

3. タイル張り外壁の施工法は？

(補足) モルタル仕上げ



吹付けタイル(吹き放し)



吹付けタイル(凸部処理仕上げ)



リシン吹付け

15

■ 外壁の落下事故

- ✓ 昔はコンクリート躯体の型枠精度が悪く、表面が凸凹であるため、下地モルタルが厚く塗られることもあった。そのため、各地で下地面から剥落事故が発生。
- ✓ 平成元年11月に集合住宅のタイル外壁が下地のモルタルとともに剥落し、通行人が死傷するという痛ましい事故が発生。
- ✓ その後も、全国各地で事故は発生している。報道などで耳にしたところを挙げると、
 - 2015年2月 新宿・歌舞伎町の雑居ビルでのタイル外壁落下
 - 2015年2月 五反田のマンションでの外壁落下（モルタル）
（2015年2月 札幌市の看板落下）

■ 外壁の落下事故による損害を賠償する責任

- 民法717条「土地の工作物（建物など）の占有者及び所有者の責任」が規定
- 第1次的には建物の占有者となっているが、分譲マンションの場合、**外壁は共用部分であるため**、建物を占有、所有する管理組合又は区分所有者全員にその責任がある

「マンションの維持管理は、所有者である管理組合の義務」

マンション毎に建物の劣化状況は異なっているため、長期修繕計画を詳しく調べて、定期的に劣化診断を行い、必要な修繕、補修を適切に実施することが重要

4. 外壁タイル等の落下事故

■ 外壁タイル等の地震被害 (東日本大震災)



写真1 せん断ひび割れ上のタイルを
叩き落とし(補修前)



写真2 タイル仕上げひび割れ補修後



写真3 地盤変形(沈下)に伴う
せん断ひび割れ
およびタイル裏足での欠損



写真4 浮いたタイルを叩き落とし後の壁面

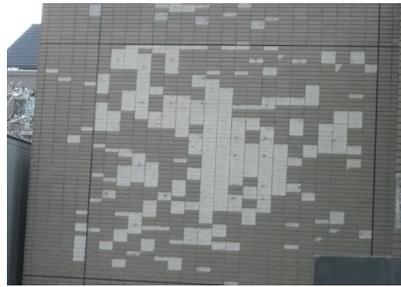


写真5 タイル裏足で剥離(拡大)



写真6 躯体コンクリートと張付
モルタル界面で剥離

18

4. 外壁タイル等の落下事故



写真7 躯体コンクリートにひび割れがなくタイル
仕上げに浮きが生じた



写真8 開口部周辺せん断ひび割れ(タイル
は安全確保のため叩き落とし)



写真9 モルタル塗仕上げ浮きの
注入補修痕(被害なし)
被害はなかった



写真10 上部ラスシートモルタルの脱落下部
RC壁のせん断ひび割れ

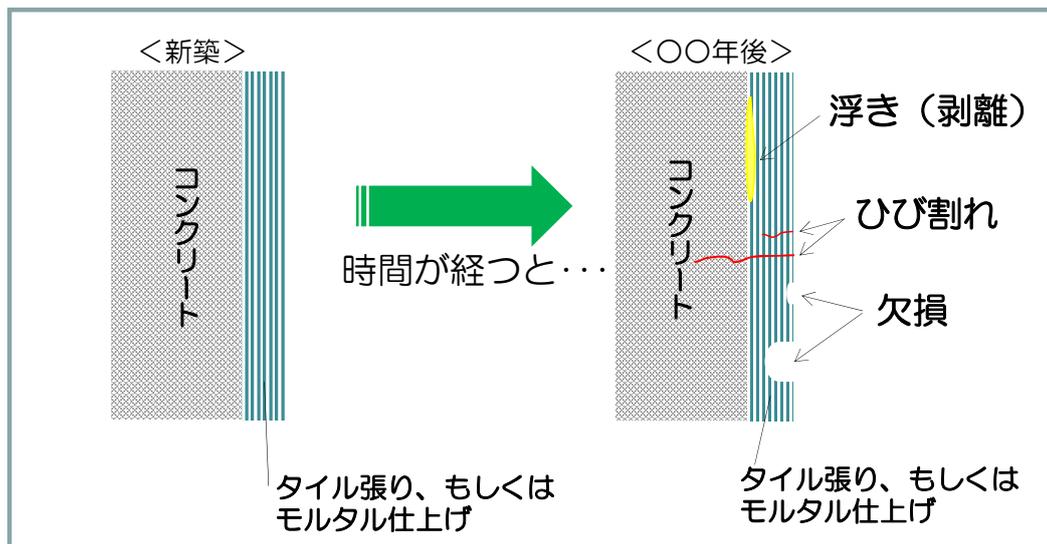


写真11 脱落したラスシートモルタル

19

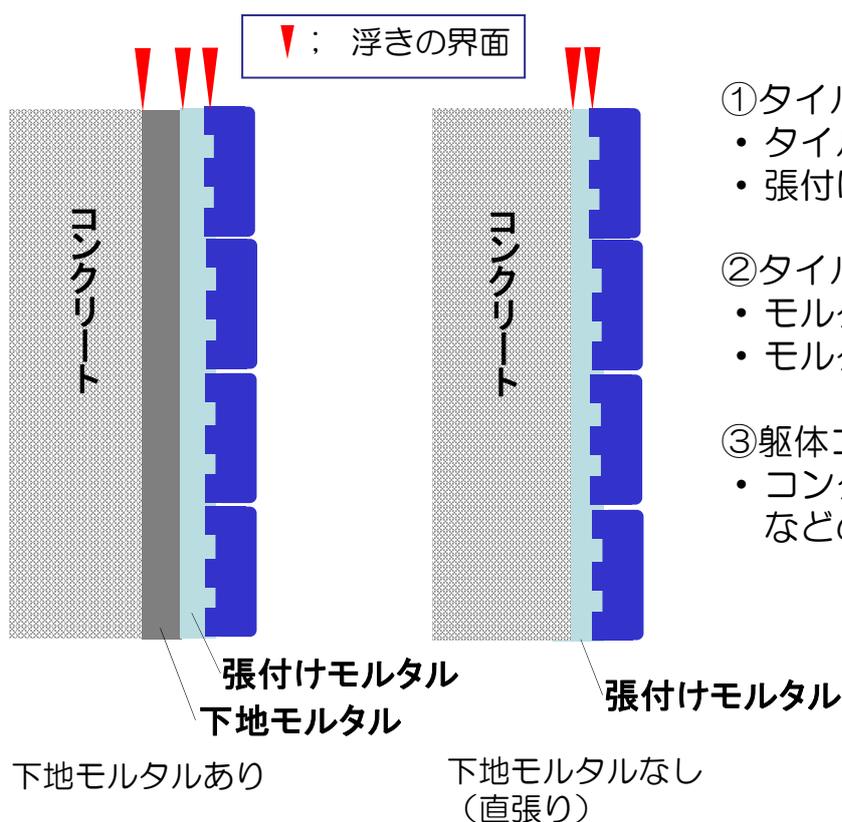
■ タイル張り・モルタル仕上げ外壁の劣化とは？

- 一般的に、劣化現象としては、浮き（剥離）、ひび割れ、欠損（剥がれ）、白華（エフロレッセンス、汚れなど）
- このうち、**浮き（剥離）、ひび割れ、欠損（剥がれ）**については、**剥落危険性**があるため、補修などの対応が必要



20

■ 「浮き」 どこで生じている？



- ①タイル陶片の浮き
 - ・タイルと張付けモルタルの接着不良
 - ・張付けモルタルの凝集力の不足
- ②タイル張りの浮き
 - ・モルタル塗りつけ界面の接着不良
 - ・モルタルの凝集力不足
- ③躯体コンクリートの境界面での浮き
 - ・コンクリート自体の強度劣化や鉄筋などのさびによる膨張など

21

■ タイルのひび割れ

タイルなどの表面に割れが生じ、その部分で仕上げ材が不連続になっている状態

- 地震や不同沈下などの構造的な原因、コンクリートの乾燥収縮、温度変化による応力、凍結融解、鉄筋のさびによる膨張など

■ 欠損（剥がれ）

タイル張り層などが部分的に欠けた状態

- 接着界面からある程度の大きさで脱落した状態を剥落という

■ 以下のような状態が見られた場合は、 早急に調査・診断を実施（劣化があった場合の対応）

- ① タイル仕上げ層またはタイルとモルタルの層で浮きが顕著になり、目視で確認できる程度のふくれ
- ② タイルのみが剥落している（タイル陶片の剥落）、張付けモルタル+タイル、下地モルタル+張付けモルタル+タイルが剥落している
- ③ コンクリートの脆弱化や鉄筋腐食に伴う膨張によるコンクリート、モルタル、タイルの剥落



5. タイル・モルタル外壁の維持管理

ところで、建築物の**日常安全性を確保**するために「定期報告制度」というのが法で定められている；

■ 定期報告制度

建築基準法第12条において、①建築物、②建築設備、③昇降機等、④防火設備について、経年劣化などを定期的に点検する制度が設けられている。一定の条件を満たす建築物等の所有者・管理者の義務として専門技術を有する資格者に調査・検査させて、特定行政庁へ報告するというもの

- 政令および特定行政庁で対象とする建物が指定されている（用途、規模等）。
- 「タイル仕上げ外壁等」は定期調査の対象になっている；
 - a. 半年～3年に1回毎に手の届く範囲を打診検査して、その結果を報告する
 - b. 竣工から10年（大規模修繕から10年）を目安に、**外壁全面を打診等により調査**を実施し、報告する

24

6. 外壁調査の方法と補修・改修

■ 現在、主に適用されている外壁調査方法

目視検査は基本として実施した上で、

① 打診法；

テストハンマーなどで壁面を打撃し、その音の差異を耳で聞き分けて、健全であるか、もしくは浮きがあるかを判別する

② 赤外線装置法；

外壁の表面温度の差を赤外線装置を用いて測定し、浮き部分を検出する

（浮き<空気層>があると、表面からの熱移動がスムーズに行われなくなり、結果的に健全部と浮きがある部分とで温度差が生じるため）

25

6. 外壁調査の方法と補修・改修

■ 打診法

(留意点)

- 検査員の経験・技能により結果のばらつきが生じることもある
- 長時間作業を行っていると、判断力が低下する場合もある (適宜、休憩を挟んで実施)
- 仮設足場等を設置する必要があるため、費用がかかる



打診検査の状況

- テストハンマーによる打撃音を分析し、健全部と浮き部分との差をもって異常部を検出する装置類を開発
定性的な判定 → 定量的な判定へ
- 仮設足場等を設置せずに調査する方法の開発

26

6. 外壁調査の方法と補修・改修

■ 打診法

1. 手で持って調査するタイプの診断装置



写真 現在開発されている外壁診断装置(手動)の例
(「湿式外壁等の定期調査方法の合理化の検討」報告書より)

2. 屋上から診断装置を吊し、自動で調査・結果を記録するタイプの診断装置



ゼネコンA社 ゼネコンB社
「湿式外壁等の定期調査方法の合理化の検討」報告書より

国総研プロジェクト

写真 現在開発されている外壁診断装置(自動)の例

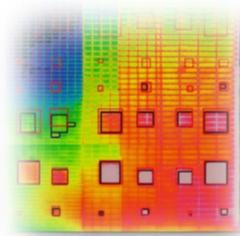
27

6. 外壁調査の方法と補修・改修

■ 赤外線装置法；

(留意点)

- **適用条件を確認**した上で、測定する必要がある
 - ✓ 調査対象外壁とカメラとの距離
 - ✓ 調査対象建物の周辺状況認（障害物の確認）
樹木、他の建物の映り込みなども影響
 - ✓ 調査対象建物の使われ方や設備等の確認
 - ✓ 測定時の時刻、天候 等々
- 赤外線熱画像の解析には**かなりの技術力が必要**である
 - 十分な技術力を持たない赤外線診断業者が存在している（らしい）
 - 信頼性低下の問題



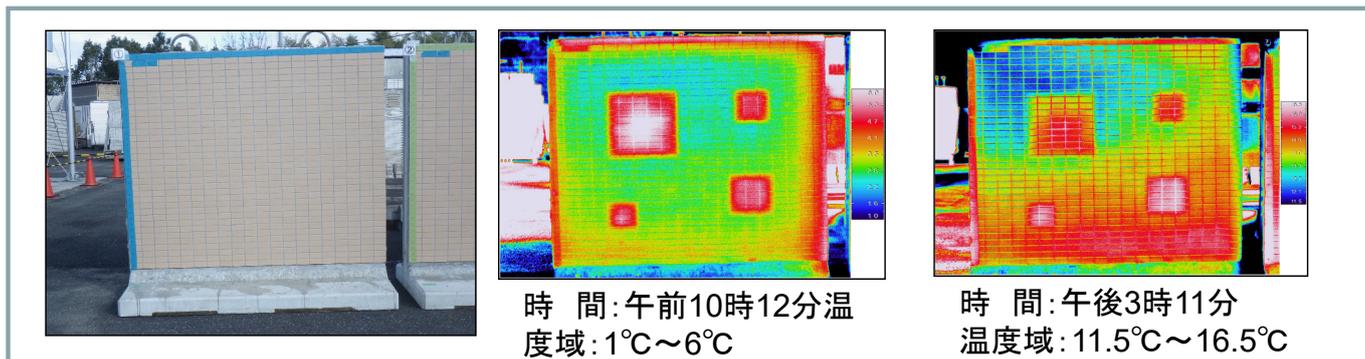
- ✓ 赤外線診断の各団体によっては、研修・教育の実施、資格制度（民間資格）等を設けて、診断技術のレベル確保を図っているところもある

28

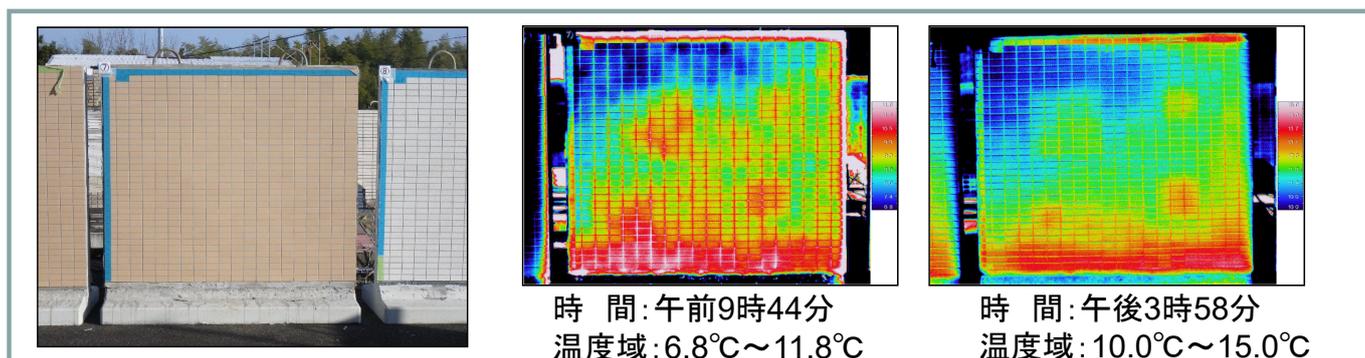
6. 外壁調査の方法と補修・改修

試験体Aと試験体B
想定している浮きの位置(タイル表面からの深さ)
が異なる

■ 赤外線装置法



試験体A



試験体B

29

■ 定期的な外壁調査と大規模修繕工事を控えた外壁調査

- 調査の方法、診断方法は基本的に異なるところはないが、目的とするところが異なる

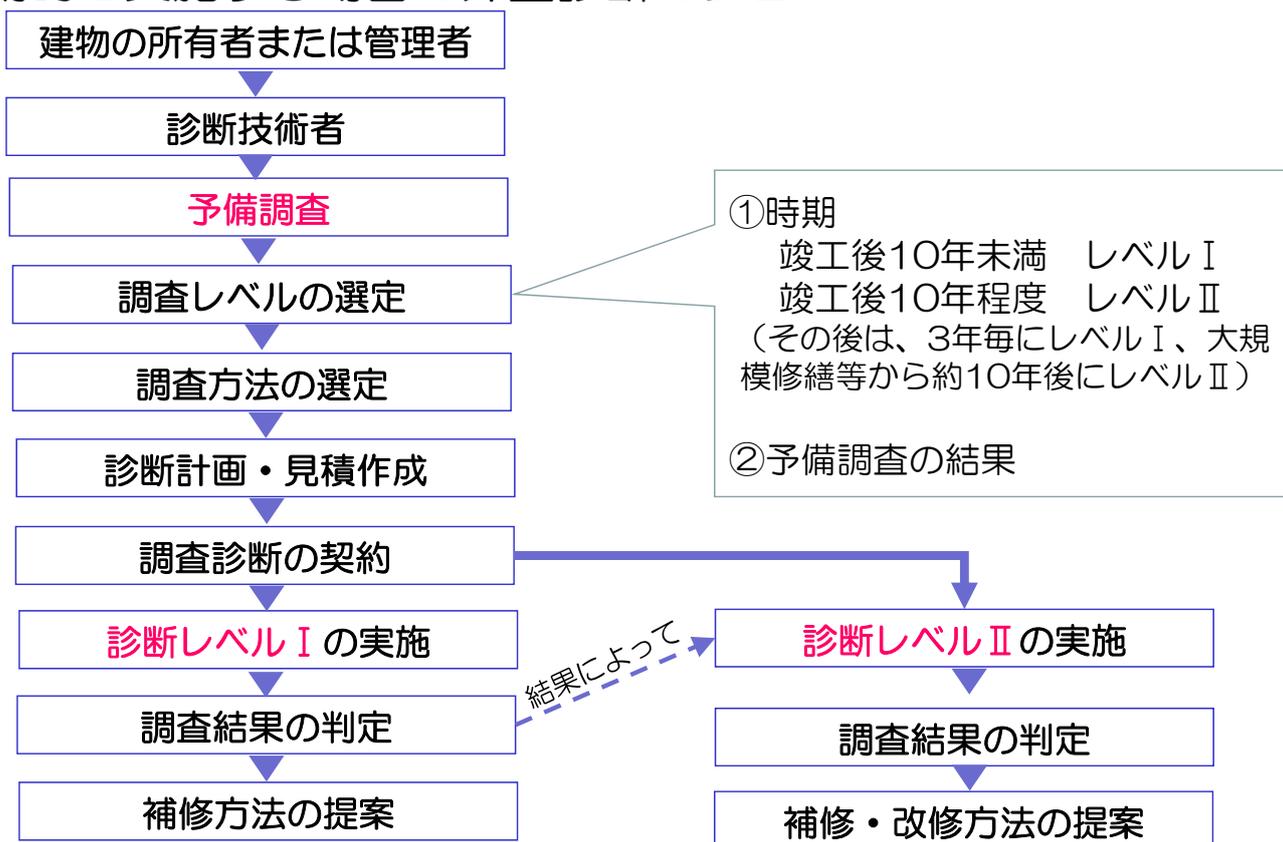
「定期報告」の場合

- “落下により歩行者等に危害が加わる恐れがあるかどうか” という観点で調査を実施
- 法令の定める基準に基づいて「要是正」、「指摘なし」を判断

「大規模修繕工事を控えた調査」の場合

- “全てのタイル仕上げ外壁” が対象
- 不具合のあるところについては、どのように補修すべきかを改修計画をたて、不具合の内容・状態毎に数量を予測し、工事費を積算

■ 定期的実施する場合の外壁診断のフロー*



* 「剥落による災害防止のためのタイル外壁、モルタル塗り外壁診断指針 H2年建設省通達」をベースに整理

6. 外壁調査の方法と補修・改修

予備調査

- 診断目的の確認
- 調査対象建物に関する基本的事項の聴き取り
- 診断計画の作成や調査方法の選定にあたっての外観目視を実施

診断レベルⅠ

- 外観目視＋部分打診
- 外観目視＋部分的な赤外線装置法等と部分打診法の併用

手の届く範囲は打診により調査する

診断レベルⅡ

- 外観目視＋全面打診
- 外観目視＋全面的な赤外線装置法等と部分打診法の併用

手の届く範囲は打診により調査する

診断レベルⅠの判定基準；

- ① 1m²以上まとまった剥落箇所が1箇所以上
- ② ひび割れが全面的に発生
- ③ 膨れが2箇所以上ある
- ④ 浮き面積が調査面積の30%以上または3m²以上まとまった箇所が2箇所以上
- ⑤ 剥落による災害防止の観点で、診断レベルⅡを実施すべきと判断される場合

* 「剥落による災害防止のためのタイル外壁、モルタル塗り外壁診断指針 H2年建設省通達」をベースに整理

32

6. 外壁調査の方法と補修・改修

■ 大規模修繕工事を控えた外壁調査

- ✓ 「大規模修繕工事を控えた調査」の場合であっても、調査時点で仮設足場等が設けられることはほとんどないので、積算は部分的に実施した結果から、全体を推定することが一般的
- ✓ できるだけ、不具合の原因を究明し、不具合が起こらないような改修工事の仕様を検討し、設計図書を作成

33

6. 外壁調査の方法と補修・改修

■ 大規模修繕工事に関する補足

- 改修工事が始まり仮設足場を設置した後に、再度、コンサルタント等と施工会社が調査診断を実施し、最終的な補修箇所と数量が確定
- 工事前後の調査診断で、補修対象箇所や数量が変わらなければ問題はないが、当初よりも増えることもある
 - ← 外壁のひび割れやタイルの浮きなどについては、仮設足場なしで地上からの目視や階段廊下まわり、1階部分の状態を見るだけでは把握は難しい
- 工事費については、補修対象箇所や数量の増減を明らかにして「実数精算」で処理することが多い。

<改修工事の特徴>

新築工事と異なり、改修工事では見積内訳書の中に「実数精算項目」が明示されている

34

6. 外壁調査の方法と補修・改修

■ 補修・改修方法

欠損 ひび割れ

- 欠損部 → エポキシ樹脂モルタル、ポリマーモルタルの充填
- ひび割れ部 → エポキシ樹脂注入工法、Uカットシーリング材充填工法等



タイルを剥がして、上記の補修を行い、その後にタイル部分張替え等を実施

浮き

- 部分的な浮き
補修方法①
浮いているところの目地部分にアンカーピンを打込み、そこにエポキシ樹脂等を注入
補修方法②
タイル部分張替え



浮き部にエポキシ注入

35

6. 外壁調査の方法と補修・改修

タイル張り仕上げ外壁の全面補修工法

- 新たな外壁仕上げを施す
 - －タイル全面張り替え
 - －外壁複合改修工法

アンカーピンと繊維ネットを複合
(上にポリマーセメント等を塗り
込み、シート張りや塗膜等の仕
上げを行う)

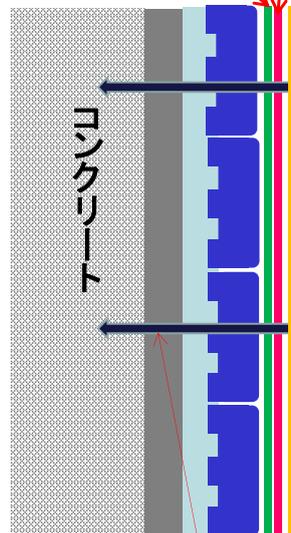
－乾式改修工法 等々

- 既存の意匠を残せる工法
 - －外壁複合改修工法 等

アンカーピンと透明度の高い樹脂を複合

プライマー、フィ
ラー塗りつけ

繊維ネット張り付け



繊維ネット押さ
え、ポリマーセ
メント仕上げ塗
り等

アンカーピン打込み

外壁複合改修工法の概念図

36

6. 外壁調査の方法と補修・改修



アンカーピン施工後



ネット伏せ込みとアンカーピン施工

外壁複合改修工法の施工の様子

37

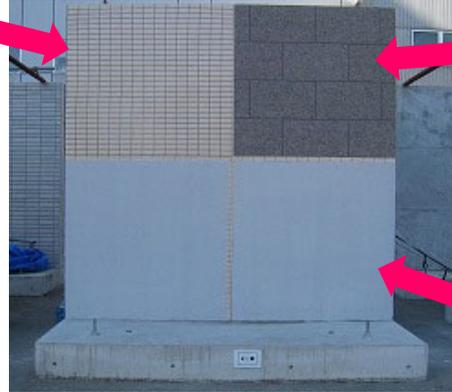
6. 外壁調査の方法と補修・改修



タイルonタイル施工



シート施工



外壁複合改修工法4種類



塗膜施工

38

7. おわりに

「マンションの維持管理は、所有者である管理組合の義務」

- 長期修繕計画を詳しく調べ、定期的に劣化診断を行い、必要な修繕、補修を適切に実施することが重要
- 調査・診断技術については、できるだけ費用負担等が小さくなるような研究開発も行われているので、調査会社等に相談の上、合理的な維持管理を実施していただきたい
- 外壁に限らず、建物の調査および改修工事等の記録は、**きちんと残しておくことが重要**