

土蔵建築物の左官壁に対する劣化・剥落の補修工法と維持保全手法

DB12357 渡邊 桃子

1. はじめに

文化財・歴史的構造物を取り巻く環境は、戦前と戦後では一変した。文化財建造物を支えてきた技術と材料、感性と価値観、これらの一切が変質したなかで保存という行為を継続しなければならなくなった。人間の生活を支える自然も過去の文化遺産も有限であること、つまり努力して保存の措置を講じないとかなり速い速度で失われてしまうことが一層はつきりしてきた<sup>1)</sup>。現存するそれらの建物は古くからの知識・技術の積み重ねによって多くの人々の力で守られてきた。保存され続けていく文化財・歴史的構造物は人とその関わりにおける歴史・文化を語りつぐ象徴である。それらは建築後の長い年月の間に必要に応じて幾度も修理や改造を受け、その歴史の証を刻みながら現在に至っている訳だが、当時の技法・構法・材料でできるだけ保存修復することが重要である。

図1に研究フローを示す。本研究では特殊アクリル樹脂による新しい工法の適用性を評価する。はじめに岩手県一関市花泉町の唐獅子土蔵の現地調査を行う(研究1)。簡易試験体を作成し荒壁・中塗り・上塗りの調合、樹脂と中塗り・上塗りへの影響評価(研究2)。試験体の強度試験を実施し(研究3)穴あけ実験を行い樹脂の注入量を測定、実施の際の指標を作成(研究4)。その後現地にて補修を実施、補修強度を測定する(研究5)という順序で花泉土蔵への補修方法確立を行う。

建てられた土蔵漆喰建築、山梨県土蔵建物および秋田県横手の土蔵建物である。前者は明治期の気仙左官の傑作として、技術的・意匠的に価値の高い構造物であり、花泉に残る4棟の唐獅子土蔵の一つ。東日本大震災で被災し、漆喰壁の崩落や外部の損傷がみられるが未だにその風格が衰えることはない。補修履歴が確認される形で文化財的価値を継承していく技術の指標を目的とする。吉田春治の施した美しい技法を後世に残し、語り継いでいく為に今回補修作業を行う。現代の

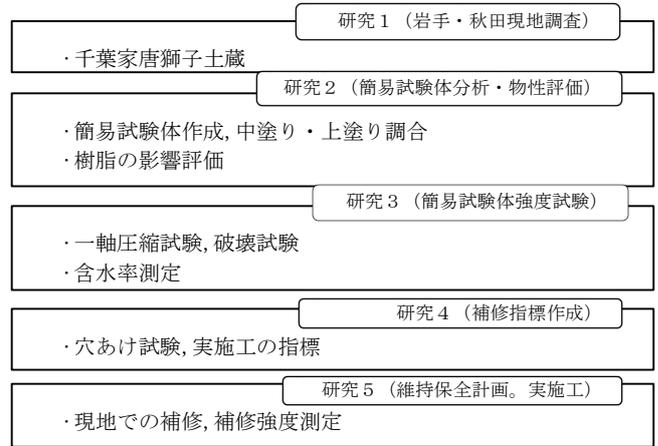


図1 研究フロー

2. 土蔵建築現地調査(研究1)

2.1 千葉家唐獅子土蔵の現地調査概要

表2に花泉土蔵建物の特徴を示す。今回土蔵補修では、伝統的価値がある建物を当時の施工状態を残しながら補修・改修する為の対応が求められている。対象となる建物は、100年前に花泉地区の左官職人である吉田春治が伝統的技法を用いて

表1 使用材料(研究2)

材料名			詳細
大目	細目	記号	
粘土材	粗目砂	a-s	2.5~0.6mm
	細目砂	h-s	0.6mm以下
	荒壁	a	ワラ・粘土・竹小舞
	中塗り	n	砂・中塗り土・ワラビ縄
注入材	漆喰	si	なまこ
	水	m	注射器により注入
	特殊アクリル樹脂	j	粘性程度・密度1g/cm <sup>3</sup> 硬化性:可塑時間25℃で約30~70分 硬化時間25℃熱熱曲線法50~90分

表2 調査対象構造物(研究1)

項目	岩手県千葉家唐獅子土蔵		岩手県佐藤家唐獅子土蔵		秋田県増田土蔵	
調査概要	所在地:岩手県一関市 調査箇所:外部 用途:蔵 竣工:1900年代初旬 構造形式:土蔵 状態:外部損傷が多く見られる		所在地:岩手県一関市 調査箇所:中塗りなまこ壁 用途:蔵 竣工:1900年代初旬 構造形式:土蔵なまこ壁仕上げ 状態:なまこ壁の崩落・剥離 密度:荒壁1.85kg/L,中塗り付なまこ壁1.16kg/L		所在地:秋田県横手市増田町 調査箇所:左官壁 用途:蔵 竣工:1600年代より 構造形式:土蔵 状態:漆喰・中塗り壁の剥離剥落	
状態	外部損傷	漆喰壁崩落	外観	中塗りなまこ壁の崩落	漆喰剥落	中塗り剥落
写真						

技術を使用しながらも土蔵竣工時の美しさ、おもかげを出来るだけ残す方針とする。

## 2.2 増田土蔵の現地調査結果(研究1)

外観一次検査により、漆喰部分の浮き・浮きなし部分の面積データを確保。外観二次検査により、小径コア抜き、密度、圧縮強度、含水率の測定。外観三次検査により、クラックが連続的につながった。手のひらサイズ部分の多点樹脂ペン補修。表6に左官壁の漆喰定着・浮き部分の面積データを示す。全体の4割が付着していないことが判明した。

## 2.3 花泉土蔵試験体の実験方法(研究2)

### 2.3.1 概要

表3に研究の概要・要因・水準を示す。表4に実験内容の概要を示す。内視鏡検査・浸水性試験は2014年8月1日から8月2日に、土壁密度試験・花泉土蔵試験体樹脂注入試験・樹脂注入断面可視化試験は8月19日に実施された。使用材料を表1に実験に際して使用した材料を示し、表1に特殊アクリル樹脂性能を示す。

### 2.3.2 土壁試験体の密度・樹脂注入試験

荒壁では花泉が質量111.3g、密度1.405g/ml、山梨では質量32.2g、密度0.76g/ml。中塗りでは花泉が質量125.8g、密度1.155g/ml、山梨では質量25.7g、密度0.398g/ml。現地から採取してきた試験体の質量・密度を測定。密度が1.2kg/Lなどがあつたがそれよりも大きい場合穴を開けない時の樹脂の自然注入が難しい場所がある。

穴が浅い場合には樹脂が表面に溢れ出てしまう状態が見られた。また、穴が深い場合には樹脂が奥まで流れ込み土と一体となってアンカーのような働きをする状態になる。ひび割れ箇所に対してはひびに沿って樹脂が流れ込んでいくと補修されていく効果がある。

### 2.3.3 樹脂注入断面可視化試験

樹脂注入を想定した可視化試験であるが今回は水を代用し浸透具合を測定した。粗目砂2.5~0.6・細目砂0.6mm以下を使用。A:縦に広がる、流下タイプ。B:流下しなくなり横に広がる、閉塞タイプ。Aの粗目砂では2mlずつ水を垂らし、96mlで縦に浸透。粒度がやや大きいため縦方向に浸透していく。Bの細目砂では2mlずつ水を垂らし、30mlで横に浸透。細かい粒度で密になり縦には浸透せず、横方向への浸透の広がりをみせた。

### 2.3.4 穴あけ角度の違いによる施工しやすさ

経9mmで穴をあけた。実験では30°の角度が最も施工しやすかった。他の角度では0、37.5、45°の角度でそれぞれ試験体に穴をあけたが、施工に適した角度は30°のみ。また、0°の角度であけた穴に対して樹脂がこぼれない施工法も検討する。実施工ではちどり状の配置で経10mm、50cmピッチで穴をあける予定である。その際の時間を測定する。

### 2.3.5 花泉試験体による水浸透実験

図4に水注入量と累積注入量のグラフを示す。試験体の荒

表3 研究の概要・要因・水準(研究1~4)

	実験要因	水準・容量など
研究1	調査対象 (3棟)	岩手県千葉家唐獅子土蔵 岩手県佐藤家唐獅子土蔵 秋田県増田土蔵
研究2	簡易試験体材料	中塗り土10%:砂6~10%: 中塗り藁スサ3~4%
	土壁試験体(砂)	愛知産一定
	土壁試験体(粘土)	愛知産一定
	測定材記号	中塗り土:n,砂:s,藁スサ:w
	荒壁試験体 調合量	aw2%,aw4%,as25%w2%,as25%w4%, as50%,as50%w2%,as50%w4%
研究3	中塗り試験体 調合量	n10:s6:w3→n1125ml,s675ml,w16g n10:s6:w4→n1125ml,s675ml,w17g n10:s7:w3→n1125ml,s787.5ml,w16g n10:s7:w4→n1125ml,s787.5ml,w17g
	含水率・密度の関係 応力・密度の関係	含水率高い→密度大きい 応力大きい→密度大きい
研究4	補修区分	一次診断:打診検査,含水率測定 二次診断:コア抜き,強度試験
	穴あけ使用器具	インパクトドライバ, ダイヤモンドホールソー

表4 実験方法(研究2)

実験名	内容
内視鏡検査	壁面に穴をあけ、内視鏡で奥行50cmまでの断面構成を1cmずつ撮影
浸水性試験	注射器で水を流し、どのような流れ方をするか時間あたりの流量を量る
土壁密度試験	土蔵試験体の密度測定
花泉土蔵試験体 樹脂注入試験	土蔵試験体に樹脂を注入し、流れ方や硬化までの状態を観察する
樹脂注入断面可視化試験	樹脂注入を想定した可視化試験であるが今回は水を代用し浸透具合を測定 粗目砂・細目砂に水を垂らし水浸透過程を測定

表5 土壁の断面モデル(研究2)

荒壁			中塗り		
上塗り	中塗り	荒壁	上塗り	中塗り	荒壁
断面:A型	断面:B型	正面	断面:C型	正面	正面
アンカーとして働く	綿で穴を充填	穴が あがる	ゲル状の塗膜ができ、漆喰裏面への付着可	樹脂がこぼれ 管がこぼれて 流れる	

表6 左官壁の定着・浮き部分の面積データ(研究1)

解前写真	
解後写真	
場所	増田土蔵左官壁北面
面積率	定着部分: 約60% 浮き部分: 約40%



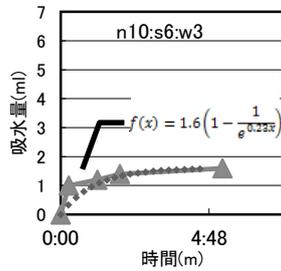
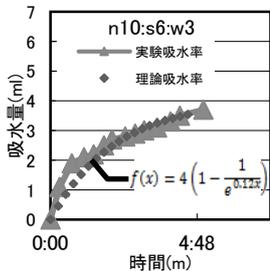
い場合に重回帰式によって反発度・密度・含水率の値から応力予測することができる。

### 5. まとめ

- 1) 中塗り部分が圧密になっていれば、接着剤注入穴から、接着剤は横・下均等に広がる。中塗りが砂状など空隙の多い状態の場合には、接着剤は主に下に流れる。
- 2) 接着剤を注入し、中塗り表面にゲル状の塗膜をつくる。その後再度接着剤を注入すると、塗膜部分と漆喰裏面との接着が可能になる。浮きが大きい場合、確実に接着させるためには、浮き部分を固まるまで何らかの方法で押さえておく必要がある。
- 3) 一次診断・二次診断を行うことによって樹脂注入量とコスト試算が行えるようになる。土壁の劣化・剥落の補修工法と維持保全手法は調査、診断、補修、記録、定期点検によって確立することができる。

### 参考文献

- 1) 伊藤延男・濱島正士・岡田英男ら: 建築学大系 50 歴史的建造物の保存:p6(1999.4)
- 2) 社団法人日本コンクリート工学協会: コンクリートのひび割れ調査, 補修・補強指針 (2013)
- 3) 渡辺博志・岩波光保・宮川豊章: プレストレストコンクリート工学: PC 構造物高耐久化ガイドラインについて (2015.11)



c) n10:s6:w3 (水吸水率) d) n10:s6:w3 (樹脂吸水率)

図9 吸水試験結果(理論吸水率と実験吸水率)の比較

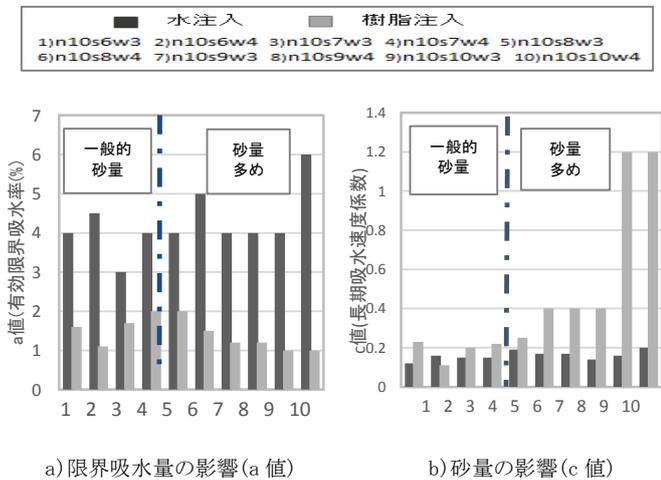


図10 吸水試験結果による理論式定数の特性(b 値は1 で一定)

### 謝辞

本研究は工学院大学建築学部後藤研, 株式会社樹, 丸山紘明氏との共同研究であり、研究実施にあたり、横手市伝建推進室、石川工務店より多大な助力を賜り感謝致します。なお本研究はH27 年度工学院大学UDM 研究, H27 年度科研費(基盤B 26282069 代表山本博一)の一部であり、深謝の意を表します。

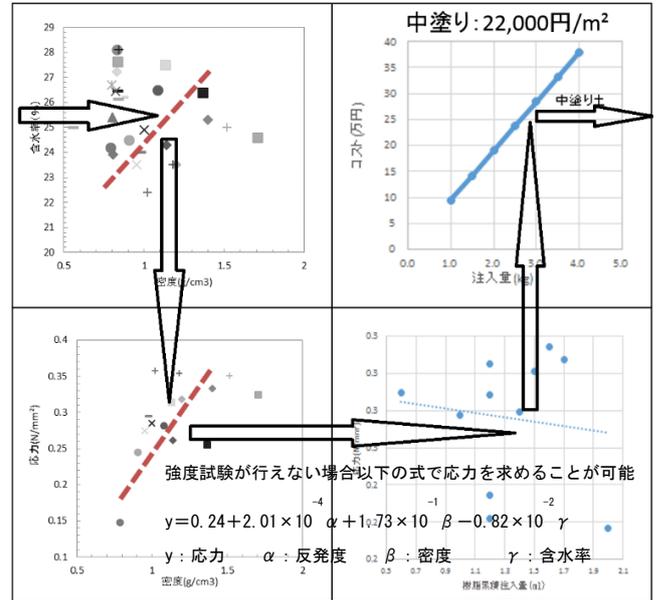


図11 各物性評価からコスト算出まで(研究4)

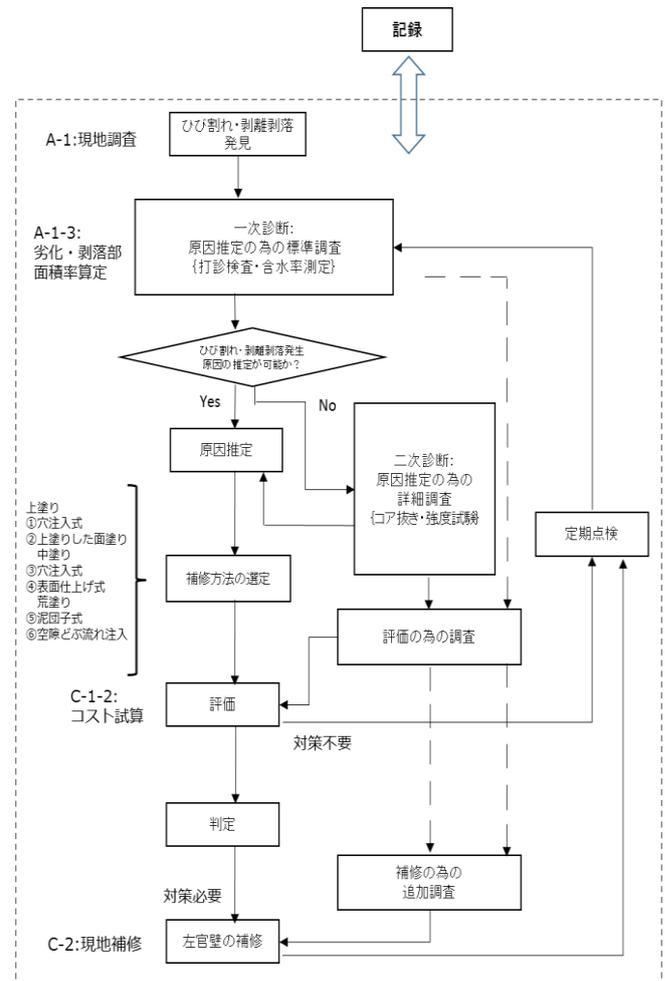


図12 ひび割れ・剥離剥落発見から補修までのフロー(研究4)<sup>2)3)</sup>