

歴史的建造物の維持保全に関する研究

— 乾湿繰り返しによるれんがの表面塗布剤に関する研究 —

指導 永井香織 准教授
14058 加納 朋也

1. はじめに

近代の歴史的建造物に、多く使用されているれんがは、空気中の水分や降雨の吸湿や放湿を繰り返し行われることにより、目地モルタルや下地材に含まれているナトリウムやカルシウムなどの成分が流れ出し、乾燥することで結晶化して美観性を損ねる白華現象が発生¹⁾している。

また、近年、建物の長寿命化が注目され、外装材料を保護するために表面塗布材が用いられているが、れんがに塗布剤を使用した場合の主成分の違いによる効果の差異が明確化されていない。

本研究は、れんがの白華現象に対する塗布剤の防止効果を確認することを目的に乾湿繰り返しによる表面状態及び物性の変化について述べる。

2. 実験概要

2.1 試験項目及び試験体

試験項目及び試験体概要を表 1 に示す。試験項目は、表面塗布剤のれんがに対する白華抑制試験及び白華現象が進行した場合の白華量の変化によるれんがの物性の確認の 2 項目とした。

2.2 試験体概要

試験体概要は図 1 に示す。使用したれんがは、新れんがと旧れんがの 2 種類とした。試験体寸法は、65×φ33 mm にコア抜きした円柱状のもの（以下、円柱）と、40×40×160 mm に切り出した角柱状のもの（以下、角柱）の 2 種類を用いた。

使用した表面塗布剤は表 2 に示す。塗布剤は、れんがに対応した白華防止剤とし、6 種を選定した。

2.3 試験方法

(1) 乾湿繰り返し試験

乾湿繰り返しの試験体設置状況を図 2 に示す。試験体設置状況に基づき試験のサイクル²⁾を図 3 に示す。

(2) 撥水効果の確認

試験体表面を 50 サイクルごとに、水接触角計（KK 社製 C-AD）で水接触角を確認した。

(3) 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験」に準拠して行った。

(4) 曲げ強度試験

曲げ強度試験は、JIS A 6024「建築補修用注入樹脂」に準拠して行った。

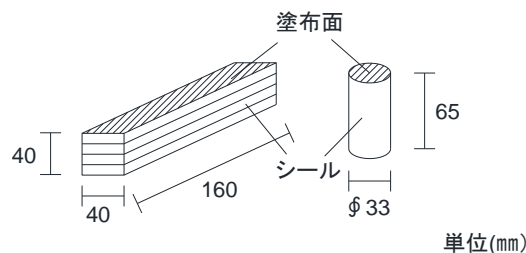


図 1 試験体概要

表 1 試験項目及び試験体概要

試験項目	試験方法	試験体概要		
		寸法(mm)	試験体数	試験体
白華抑制試験	表面変化	-	40×40×160	3体
	水接触角	-		
白華促進の物性変化	引張り強度	JIS A 6024	φ33×65	3体
	圧縮強度	JIS A 1108		

表 2 使用表面塗布剤

記号	系統	成分	粘度	目的
A	塗膜材	シリコーン	12500mp・s	表面強化・吸水防止
B			8000mp・s	表面強化・吸水防止
C	含浸材	シリコーン	200mp・s	吸水防止・白華抑制・遮塩効果
D			5mp・s	吸水防止・白華抑制
E			600mp・s	吸水防止・白華抑制
F	シラン	5mp・s	吸水防止・白華抑制・遮塩効果	
G	未塗布	-	-	-

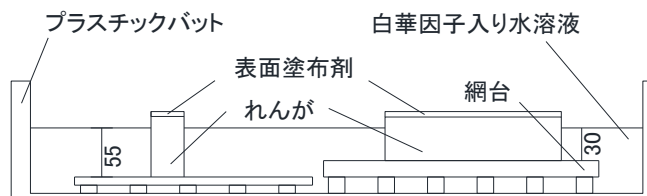


図 2 試験体設置状況

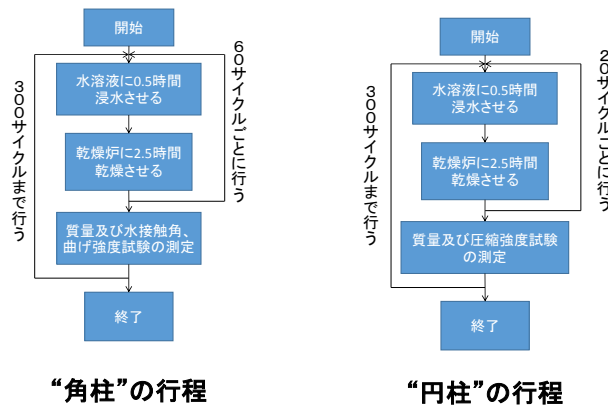


図 3 試験サイクル

3 試験結果及び考察

3.1 乾湿繰り返し試験

各試験体の破断内部を図4に示す。質量増加量は、300サイクルを行った結果、塗布剤G（無塗布）以外ほとんど上昇しなかった。しかし、旧れんが・新れんが、円柱・角柱ともに白華因子だと思われるものを確認することができた。この理由は、飽和時にれんが内の白華因子も溶け出してしまい塗布剤G（無塗布）以外ほとんど質量が増加しなかったと考えられる。

3.2 撥水効果の確認

各塗布剤の水接触角を図5に示す。塗布剤A～Fは、サイクルを重ねるごとに水接触角は低下した。300サイクル後では、水接触角90°程度と表面機能が低下した。塗布剤G（無塗布）は常に0°であった。

3.3 圧縮強度試験

各試験体の圧縮強度試験の結果を図6に示す。図の傾向としては、各塗布剤の圧縮強度は、旧れんがに比べ新れんがの方が強度上、ばらつきが大きかったが300サイクルで強度低下はなかった。これは、白華因子が空隙やクラックの中に侵入して結晶化することで、各箇所密度に変化が起き、強度のばらつきを発生させる結果になったと推測する。

3.4 曲げ強度試験

各試験体の曲げ強度試験の結果を図7に示す。曲げ強度は、旧れんが・新れんがともに強度上上昇した結果となった。これについては、れんがの内部に白華因子が侵入し一時的にも密度が上昇したからだと思われる。

4. まとめ

- 1) 円柱の白華増加量は、ほとんど質的に変わらなかったが、円柱内部に白華因子（ナトリウム）が確認することができた。しかし、発生個所にばらつきがあった。
- 2) シラン系の塗布剤は、塗布直後は高い撥水性を示していたが、サイクルを重ねるごとに表面の撥水性は他の塗布剤よりも1番劣化し、約30°前後低下した。
- 3) 水接触角については、含浸剤と塗膜材とで比べた場合、含浸タイプの方が劣化の促進が早かった。
- 4) 圧縮強度については、新れんがも旧れんがも白華が発生してしまうと強度が強くなったり、弱くなったりとばらつきが発生してしまうことが分かった。

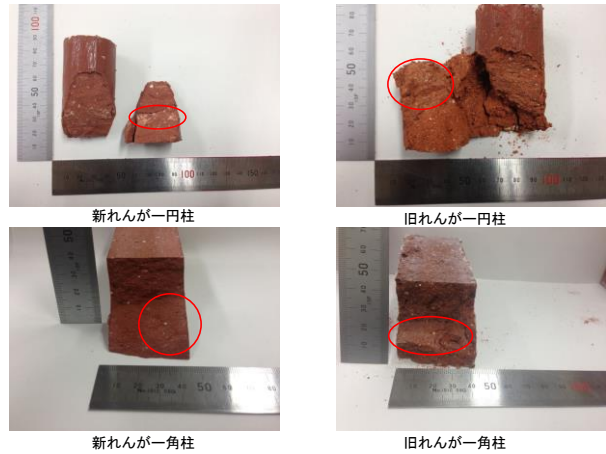


図4 れんがが内部状態

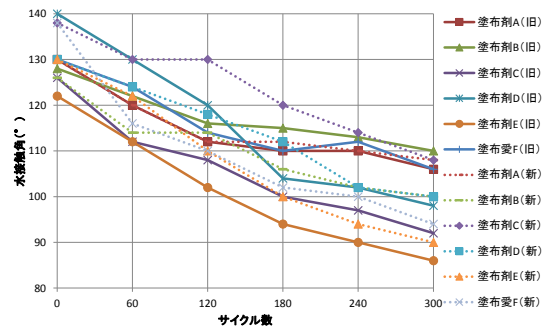


図5 各塗布剤の水接触角

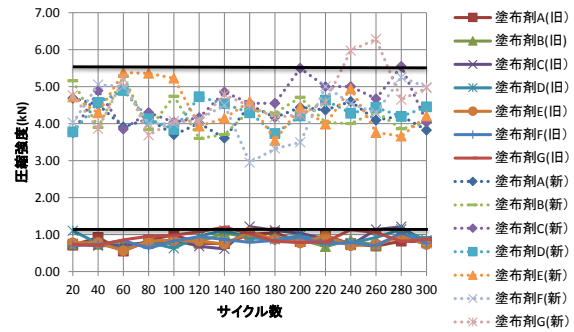


図6 円柱の圧縮強度

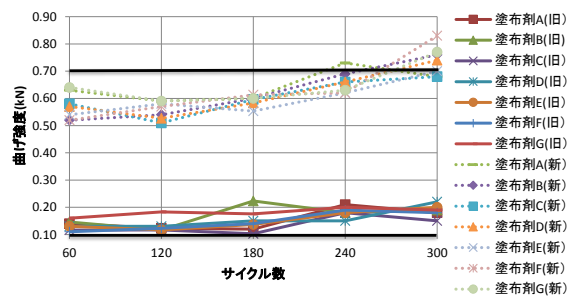


図7 角柱の曲げ強度

参考文献

- 1) 槽谷 山崎：歴史的建造物の維持保全に関する研究—材料の実態調査と表面塗布剤の性能評価—日本大学生産工学部建築工学科 平成24年度卒業論文
- 2) 山内史郎：磁器質タイルについての考察（第2）吸水率と白華との関連 日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）、昭和56年9月、PP1~4