

様々な磨き工法による土壁の光沢発現及びひび割れ発生に関する実験的研究

その1 実験計画の概要

214-070 谷邑 真緒

1. はじめに

左官は、伝統建築だけでなく現代建築においても随所に使われ、建築仕上技術の重要な一分野である。しかしながら、左官の様々な技法は、左官職人の経験により具体化されており、経験豊富な熟練職人の手ほどきを受けなければ、技術習得が困難な状況にある。

このため、生コンクリート工場でのコンクリート製造や品質管理のような工学的な取り組みがほとんどなされておらず、多様な左官仕上施工での、施工途上や出来上がった左官仕上に対して、工学的物性は不明な点が多い。

本研究は、土壁に対する左官仕上の中の磨き工法に着目し、関西圏で主流の京磨き工法とともに、土佐漆喰磨き工法、石灰乳磨き工法での光沢発現及びひび割れ発生に関する実験的検討を実施した。その1では、実験対象の磨き壁の種類、使用材料の組み合わせ、測定項目の概要等の実験計画の概要について報告する。

2. 実験対象となる土壁パネルおよび使用材料の種類

表1に、実験対象となる磨き壁の種類を示す。土壁の磨き工法は、京磨き工法、土佐漆喰磨き工法、石灰乳磨き工法の3種類を、実験対象とした。また、それぞれの磨き工法において、施工は、「標準」施工、磨き工程を行わない「磨き無し」施工、ひび割れ発生を勘案して、標準施工よりも厚塗りにした「厚塗り」施工と、薄塗りにした「薄塗り」施工の4種類を設定した。

表1 実験対象となる磨き壁の種類

磨き工法の種類	京磨き	土佐漆喰磨き	石灰乳磨き	
施工の対応	標準	磨き無し	厚塗り	薄塗り

表2に、使用材料の種類と組み合わせを示す。京磨き工法、土佐漆喰磨き工法、石灰乳磨き工法それぞれの土壁パネルは、石膏ボードの上に、聚楽土と古畳を細裁断したスサによる中塗り土による中塗りを施して約3週間乾燥させた後、それぞれの磨き工法を実施した。

京磨き工法の上塗り土は、稲荷山黄土と消石灰と紙スサを使用した。水と紙スサと土を混ぜて寝かしておく。水が分離して、上澄み水は捨てる。それに、消石灰を容積率で1/3混合し、水は塗れる固さまで混入し調整する。

土佐漆喰磨き工法の上塗り材は、砂灰（すなばい）による下塗りと、石灰（いしばい）による上塗りの2度塗りで、砂灰（すなばい）には、消石灰（水酸化カルシウム）と麻のオオスサ少量とツノマタ煮汁のりと珪砂6号

を使用した。また、石灰（いしばい）には、消石灰（水酸化カルシウム）と麻のオオスサ多量とツノマタ煮汁のりを使用した。

石灰乳磨き工法の上塗り材は、生石灰に大過剰の水で消化（水酸化）されてペースト状あるいはクリーム状にされた消石灰（水酸化カルシウム）の既製品（田中石灰工業のタナクリーム）と紙スサを使用した。

さらに、土佐漆喰磨き工法と石灰乳磨き工法では、最後の仕上げとなるキラ打ちにて、粉末雲母となるキラ粉を使用した。

表2 使用材料の種類と組み合わせ

使用材料の種類	塗り重ね方法	土or消石灰	スサ	水	のり	砂
中塗り	石膏ボードの上に塗る	聚楽土	古畳を細裁断したスサ	水	-	-
京磨き	中塗り乾燥後の上塗り直前の中塗りに上塗り	稲荷山黄土、容積率2/3 消石灰、容積率1/3	紙スサ	水、塗れる固さまで混入	-	-
土佐漆喰磨き	中塗り乾燥後に、砂灰（すなばい）の下塗り	消石灰（水酸化カルシウム）	麻のオオスサ少量	水	ツノマタの煮汁	珪砂6号
	中塗り乾燥後と砂灰の下塗り後に、石灰（いしばい）の上塗り	消石灰（水酸化カルシウム）	麻のオオスサ多量	水	ツノマタの煮汁	-
石灰乳磨き	中塗り乾燥後の上塗り直前に石灰乳の上塗り	クリーム状の消石灰（水酸化カルシウム）	紙スサ	-	-	-
備考	土佐漆喰磨きと石灰乳磨きは、上塗り後に、光沢・研磨材となる粉末雲母（キラ粉）を、まぶして上打ちし、指でこすり付けた。					

3. 各種磨き工法で仕上げた土壁パネルの工学的物性に対する測定項目の概要

表3に、各種磨き工法で仕上げた土壁パネルの工学的物性に対する測定項目を示す。土壁パネルの仕上がり状況の工学的物性は、硬化状態、光沢状態、ひび割れ状態の3状態で検討することとした。硬化状態は、建材用水分計による含水率、JIS K 5600-5-4:1999による引っ掻き硬度（鉛筆法）とした。光沢状態は、JIS B 0601:2013による表面粗さ、JIS Z 8741:1997による光沢度（60度）、JIS Z 8781-4による色彩値（L*, a*, b*）とした。ひび割れ状態は、目視観察によるひび割れパターンとした。

表3 各種磨き工法で仕上げた土壁パネルの工学的物性に対する測定項目

仕上がり状況	硬化状態		光沢状態		ひび割れ状態
測定項目	含水率	引っ掻き硬度（鉛筆法）	表面粗さ	光沢度 60度	色彩値 L*, a*, b*
方法	建材用水分計	JIS K 5600-5-4:1999	JIS B 0601:2013	JIS Z 8741:1997	JIS Z 8781-4 目視観察

また、図 1 に、各測定項目の計測機器の概要を示す。
 a)図は、引っ掻き硬度（鉛筆法）試験器具（ペパレス製作所 591 PPLS 鉛筆硬度試験器）である。試験方法は、材料の表面を、鉛筆の芯のやわらかい方から順番に引っ掻いていき、どの硬さでキズがつくかによって、硬度を測定する。鉛筆硬度は、10B（鉛筆硬度 1）から 10H（鉛筆硬度 22）の範囲で、10B で傷がついたら鉛筆硬度 0 に、10H でも傷がつかないと鉛筆硬度 23 とした。引っ掻き方は、鉛筆を材料の測定面に対して 45 度にして荷重 750g で押しつけ、0.5～1 mm/sec の速度で 7mm 以上の距離を引っ掻く。

b)図は、表面粗さ計である。小型表面粗さ測定機 ハンディサーフ（東京精密 E-35B・E-RC-S24A）を使用し、材料表面に当てたピックアップでの表面粗さ測定から、自動演算により JIS の各種表面性状パラメータ（粗さパラメータ）を評価した。

c)図は、光沢度計である。ハンディ光沢度計（堀場製作所 IG-331 ハンディ光沢度計）20 度/60 度切り替え式を使用し、60 度光沢度を測定した。

d)図は、色彩計である。カラーリーダー CR-20（コニカミノルタ製）を使用し、CIE 1976 年推奨の表色系での知覚的にほぼ均質な色空間の色彩値となる L^* 、 a^* 、 b^* を測定した。色の明度 L^* （ $L^*=0$ が黒、 $L^*=100$ が白の拡散色）、赤/マゼンタと緑の間の位置 a^* （負の a^* が緑寄り、正の a^* が赤/マゼンタ寄り）、黄色と青の間の位置 b^* （負の b^* が青寄り、正の b^* が黄色寄り）になる。



図 1 各測定項目の計測機器の概要

4. 施工後に恒温恒湿室で長期保管した京磨き工法土壁パネル試験体による工学的物性の測定結果及び考察

土壁の京磨き工法での施工時の光沢発現特性については、大阪工業大学建築学科 2013 年度卒業論文¹⁾と外部発表論文²⁾で、含水率、表面粗さパラメータ、60 度光沢

度で検討した。このとき製作した京磨き工法土壁パネルを、20℃60% RH の恒温恒湿室で、4 年間保管していた。

この施工後 4 年経過した京磨き工法土壁パネル試験体を使用して、鉛筆引っ掻き硬度、表面粗さパラメータ、60 度光沢度、 L^* 、 a^* 、 b^* 色彩値を測定した。なお、計測では、土壁パネル 6 枚について、それぞれ周辺部 2 箇所を測定し、その 6 枚×2 箇所の平均値を計測結果とした。

表 4 に、施工後に恒温恒湿室で 35 日経過時と約 4 年の長期保管した京磨き工法土壁パネル試験体の各種計測結果を示す。鉛筆硬度は、硬度 14 の 2H と硬度 15 の 3H の間になった。色彩値は白と赤と黄寄りの色味となった。光沢度はばらつきも含まれておりあまり変化がみられない。各表面粗さパラメータの計測値は、図 2 のように分析でき、消石灰の CO_2 との中性化で炭酸カルシウム結晶析出から表面が平坦になっていると推測される。従って、時間の経過により、表面の凹凸はより滑らかになったが、光沢度の変化は、あまり見られなかった。

表 4 既往研究で使用し施工後に恒温恒湿室で長期保管した京磨き工法土壁パネル試験体の各種計測結果

施工後	鉛筆硬度	表面粗さパラメータ (内が2012年以前のJIS記号)				
		算術平均粗さ (Ra)Ra	最大高さ粗さ Rz(Ry)	十点平均粗さ RzJIS(Rz)	粗さ曲線要素の平均長さ RSm(Sm)	
35日経過	2013.1計測	—	0.91	5.59	4.09	267.16
4年経過	2017.11計測	14.25	0.80	4.88	3.40	294.99

施工後	光沢度	色彩値			
		60度	L^*	a^*	b^*
35日経過	2013.1計測	22.25	—	—	—
4年経過	2017.11計測	20.83	58.30	12.41	32.63

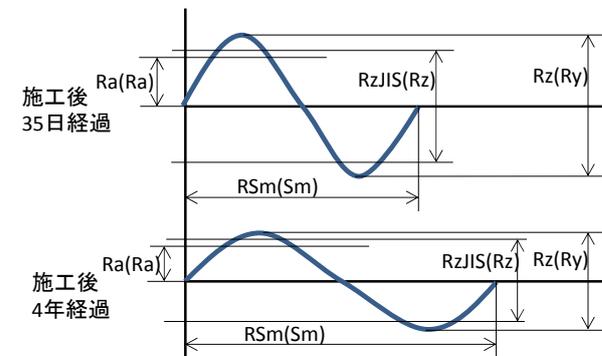


図 2 各表面粗さパラメータの計測値の分析結果

5. まとめ

その 1 は、磨き壁の種類、使用材料の組み合わせ、測定項目の概要等の実験計画の概要について報告した。また、施工後に恒温恒湿室で 4 年経過した京磨き工法土壁パネルでの工学的物性を計測・評価した。（中村研究室）

参考文献

- 1) 和田裕司, 山崎翔基: 磨き壁の表面状態の変化に関する研究, その 1 磨き壁の施工工程に関する表面変化の検討, その 2 磨き壁の硬化後に対する表面変化の検討, 大阪工業大学建築学科 2013 年度卒業論文, 2014.2
- 2) 中村成春: 磨き壁における施工工程及び硬化過程での表面性状の変化に関する基礎的研究, 日本建築仕上学会, 2014 年大会学術講演会研究発表論文集, Vol.25, pp.55-58, 2014.10