

# 木竹材の粉末化技術の研究

—面塗り材の性能—

山本幸雄, 古曳博也, 二宮信治, 石井信義  
日田産業工芸試験所

## A Study Powder for Wood and Bamboo

— A Property of Mennurizai —

Yukio YAMAMOTO Hiroya KOHIKI Shinji NINOMIYA Nobuyoshi ISHII  
Hita Industrial Art Research Division

### 要旨

粉末化し粉末のサイズを揃えた木質未利用地域資源を、接着剤などと混合した面塗り材について、建築物の面材として使用するための基礎的データを収集した。ホルムアルデヒドの放散、吸湿性、付着強さ試験などの結果、実用に耐えうると推察された。

### 1. はじめに

木質未利用地域資源を粉末化することのメリットに、資源を100%活用し廃棄物の発生を抑えCO<sub>2</sub>を固定することなどがあげられる。また粉末のサイズを揃えることによって品質(形状)が均質化され、サイズに合った用途開発が可能になり、自由に成形加工することが可能になる。さらに、粉末化した木質材と他の素材を混合することによって新技術・新素材の開発が可能になる。

このようなメリットを生かし、開発されたのが面塗り材である。面塗り材とは、粉末化し粉末のサイズを揃えた木質未利用地域資源を、接着剤などと混合し建築物の壁面などに塗付する仕上げ材である。ところが面塗り材を建築物の面材として使用するための基礎的なデータがそろっていない。そこで、本研究では木質未利用地域資源として、スギ間伐材、ヒノキ間伐材、スギ樹皮、マダケを使用し、面塗り材を使用する際に必要となる基礎的なデータを収集した。

### 2. 実験

面塗り材は、未利用地域資源を粉碎処理しサイズを揃えたものに、所定の割合で、添加剤、接着剤、水を加え十分混練し、合板及び石こうボード及びガラスに塗付した。

未利用地域資源として、スギ間伐材、ヒノキ間伐材、スギ樹皮、マダケを使用した。スギ間伐材を粉碎処理したものは、0 mm～0.25mm 以下、0.25mm～0.5 mm 以下、0.5mm～1 mm 以下、1mm～2 mm 以下、2mm 以上の5種類に、ヒノキ間伐材、スギ樹皮を粉碎処理したものは、0 mm～0.25mm 以下、0.25mm～0.5 mm 以下、0.5mm～1 mm 以下、1mm～2 mm 以下、2mm～4 mm 以下、4mm 以上の6種類に、マダケを粉碎処理したものは、0 mm～0.5 mm 以下、0.5mm～1 mm 以下、1mm 以上の3種類に分級した。

また、添加剤は天然素材由来のものを、接着剤は2種類(以下接着剤A、接着剤Bとする)を用いた。作製した面塗り材の種類及び行った試験をTable1に示す。

#### 2.1 ホルムアルデヒド放散試験

面塗り材から放散されるホルムアルデヒド濃度を調査するため、JIS K 5601-4-1 塗料成分試験方法—第4部：塗膜からの放散成分分析—第1節：ホルムアルデヒド(以下塗料JISとする)に準拠し試験を行った。

##### 2.1.1 供試材料

スギ間伐材、ヒノキ間伐材、スギ樹皮については0.5mm～1mm以下に、マダケは1mm以上に分級した粉末と添加剤、接着剤A、接着剤Bを使用した面塗り材を用いた。

##### 2.1.2 塗付方法及び養生

15cm×15cmのガラスに饅を使い塗付した。その後、気温23℃、湿度50%、槽内が1時間に0.5回換気されるように調整された恒温恒湿機(タバイエスペック製 PL-2KP)で168時間養生した。

##### 2.1.3 ホルムアルデヒド濃度の測定

養生後、底部に300mlの蒸留水を張ったガラス結晶皿を入れて所定のデシケーターに試験片を2枚1組で入れ、24時間後にホルムアルデヒドを捕集した蒸留水を吸光度計(U-2000型 日立ダブルビーム分光光度計)を用いアセチルアセトン吸光度法で吸光度を測定した。そして検量線からホルムアルデヒド濃度を算出した。

#### 2.2 吸湿性試験

面塗り材の吸湿性を調査するため吸湿性試験を行った。

##### 2.2.1 供試材料

スギ間伐材、ヒノキ間伐材、スギ樹皮については0.5mm～1mm以下に、マダケは1mm以上に分級した粉末と添加剤、接着剤A、接着剤Bを使用した面塗り材を用いた。

Table 1 作製した面塗り材の種類と行った試験

接着剤の種類	未利用資源の種類	粉末のサイズ	試験の種類			接着剤の種類	未利用資源の種類	粉末のサイズ	試験の種類		
			FA	hyg	ad				FA	hyg	ad
接着剤 A	スギ	0~0.25 mm 以下			○	接着剤 B	スギ	0~0.25 mm 以下			○
		0.25~ 0.5 mm 以下			○			0.25~ 0.5 mm 以下			○
		0.5~ 1 mm 以下	○	○	○			0.5~ 1 mm 以下	○	○	○
		1~ 2mm 以下			○			1~ 2mm 以下			○
		2 mm 以上			○			2 mm 以上			○
	ヒノキ	0~0.25 mm 以下			○		ヒノキ	0~0.25 mm 以下			○
		0.25~ 0.5 mm 以下			○			0.25~ 0.5 mm 以下			○
		0.5~ 1 mm 以下	○	○	○			0.5~ 1 mm 以下	○	○	○
		1~ 2mm 以下			○			1~ 2mm 以下			○
		2 ~ 4 mm 以下			○			2 ~ 4 mm 以下			○
	スギ樹皮	4 mm 以上			○		スギ樹皮	4 mm 以上			○
		0~0.25 mm 以下			○			0~0.25 mm 以下			○
		0.25~ 0.5 mm 以下			○			0.25~ 0.5 mm 以下			○
		0.5~ 1 mm 以下	○	○	○			0.5~ 1 mm 以下	○	○	○
		1~ 2mm 以下			○			1~ 2mm 以下			○
	マダケ	2 ~ 4 mm 以下			○		マダケ	2 ~ 4 mm 以下			○
		4 mm 以上			○			4 mm 以上			○
		0~0.5 mm 以下			○			0~0.5 mm 以下			○
マダケ	0.5~1 mm 以下			○	マダケ	0.5~1 mm 以下			○		
	1mm 以上	○	○	○		1mm 以上	○	○	○		

FA : ホルムアルデヒド放散試験    hyg : 吸湿性試験    ad : 付着強さ試験

2.2.2 塗付方法及び養生, 吸湿量の測定

20cm×15cm のガラスに鋺を使い塗付した。その後、気温 23℃、湿度 50%、槽内が 1 時間に 0.5 回換気されるように調整された恒温恒湿機(タバイエスベック製 PL-2KP)で 168 時間養生した。その後、恒温恒湿機を気温 30℃、湿度 80%、換気なしに調整し、24 時間毎に重量を測定し変化の割合を調べた。また比較対照として、面塗り材に使用したものと同サイズの木粉の重量の変化の割合も調べた。

2.3 付着強さ試験

2.3.1 供試材料

作製した面塗り材のうち、0~0.5mm以下のマダケを除くすべてを供試した。

2.3.2 塗付方法及び養生

大きさが 295mm×295mm で、合板は厚さ 5.5mm、石こうボードは 12mm の板に鋺を使用し塗付した。その後、2 週間以上室内で養生し、45mm×45mm に切断した。その後一部は、室内で養生したままの常態(以下常態)で、残りは温度 30℃、湿度 80%の恒

温恒湿機で 24 時間養生し(以下高湿状態)付着強さ試験を求めた。

2.3.3 付着強さの測定

付着強さ試験は、面塗り材を塗付し 45mm×45mm に切断した試験片に、20×20×50mm のジグをエポキシ系接着剤を使って接着し、万能材料試験機(インストロン社製 5568)に取り付け行った(Fig. 1)。

3. 結果

3.1 ホルムアルデヒド放散試験

塗料 JIS に従い求めた検量線は、ホルムアルデヒド濃度(mg/L) = 6.0908×吸光度 - 0.0245 (R<sup>2</sup>=1) で示された。この検量線と 2.1 ホルムアルデヒド放散試験で求めた吸光度から、スギ、ヒノキ、スギ樹皮、マダケの全てで、接着剤 A、接着剤 B のどちらを使用した場合もホルムアルデヒド濃度が 0.12mg/L 以下で、F☆☆☆☆であることが確認できた。

3.2 吸湿性試験

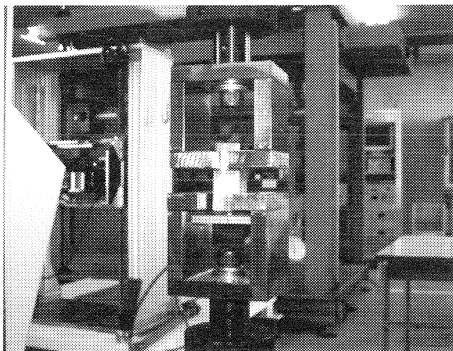


Fig. 1 付着強さ試験の様子

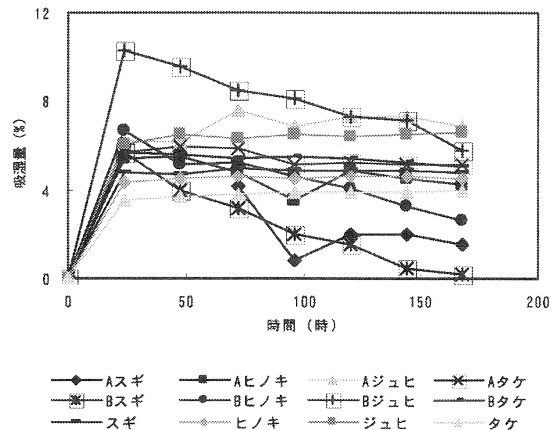


Fig. 2 面塗り材の吸湿量の変化の割合

養生終了時の面塗り材の重量を0とし、面塗り材に含まれる木粉1gあたりの吸湿量の変化の割合をFig.2に示す。Fig.2より粉末の種類、サイズ、接着剤の種類に関係なく面塗り材には吸湿性があり、24時間後に5%程度吸湿し、同じサイズの木粉とほぼ同じ吸湿能力があることが分かる。しかしながら、接着剤Aを使用したスギ、接着剤Bを使用したスギとヒノキについては、恒温恒湿機内の温湿度に変化がないにもかかわらず吸湿量が時間とともに低下している。このことについては、今後ともより詳細に検討を加えていく。

### 3.3 付着強さ試験

付着強さ試験の結果をTable2に示す。この結果から、常態の場合石こうボードに面塗り材を塗付した場合は、粉末の種類、サイズ、接着剤の種類に関係なくほぼ同じ付着強さを示していることが分かる。これは、ほとんどの場合で石こうボードの表面に貼ってある紙が破れて破壊したため (Fig.3) であると考えられる。このことから、面塗り材を石こうボードに塗付した場合には、十分な付着強さを有していると推察できる。また、合板に面塗り材を塗付した場合は、粉末の種類、サイズ、接着剤の種類によりばらつきが見られ、粉末の種類、サイズ、接着剤の種類との明確な相関関係は見ることができない。また、破壊の様子についても、合板が破壊した場合 (Fig.4) や、面塗り材内で剥離が生じた場合 (Fig.5) など様々であった。ところで、ヒノキの粉末サイズが0~0.25 mm以下で接着剤Aを使った場合のみが石こうボードに面塗り材を塗付した場合の最低値である0.27N/mm<sup>2</sup>を下回っているが、それ以外では全て上回っており、ヒノキの粉末サイズが0~0.25 mm以下で接着剤Aを使った場合

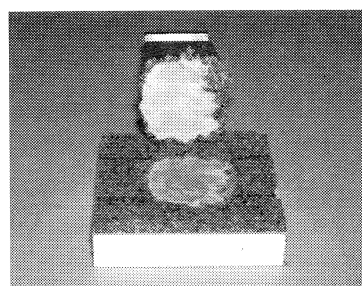


Fig.3 石こうボードに塗付した面塗り材の付着強さ試験の破壊の様子

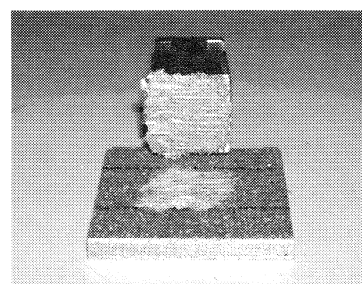


Fig.4 合板に塗付した面塗り材の付着強さ試験の破壊の様子

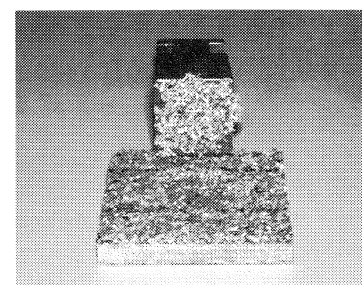


Fig.5 合板に塗付した面塗り材の付着強さ試験の破壊の様子

Table2 付着強さ試験の結果

(N/mm<sup>2</sup>)

粉末のサイズ		常態				高湿状態			
		接着剤A		接着剤B		接着剤A		接着剤B	
		合板	石こうボード	合板	石こうボード	合板	石こうボード	合板	石こうボード
スギ	0~0.25 mm 以下	2.22	0.56	1.56	0.87	1.52	0.39	0.51	0.53
	0.25~ 0.5 mm 以下	1.95	0.49	0.81	0.53	1.88	0.53	0.35	0.42
	0.5~ 1 mm 以下	1.38	0.40	0.79	0.48	0.88	0.27	0.43	0.38
	1~ 2mm 以下	0.73	0.39	1.32	0.50	0.56	0.38	0.70	0.41
	2 mm 以上	0.44	0.27	0.87	0.70	0.56	0.45	0.70	0.39
ヒノキ	0~0.25 mm 以下	0.23	0.30	1.89	0.59	0.25	0.38	0.50	0.31
	0.25~ 0.5 mm 以下	1.21	0.46	1.53	0.61	1.19	0.42	0.74	0.48
	0.5~ 1 mm 以下	0.49	0.45	1.05	0.60	0.67	0.26	0.47	0.42
	1~ 2mm 以下	0.57	0.40	1.21	0.76	1.06	0.35	0.65	0.44
	2 ~ 4 mm 以下	0.50	0.60	0.95	0.74	0.49	0.48	0.94	0.48
	4 mm 以上	0.60	0.36	0.94	0.59	0.67	0.43	0.84	0.44
スギ樹皮	0~0.25 mm 以下	0.96	0.70	2.25	0.59	1.08	0.42	0.90	0.65
	0.25~ 0.5 mm 以下	0.60	0.57	1.38	0.75	0.89	0.38	0.69	0.49
	0.5~ 1 mm 以下	1.12	0.53	1.15	0.71	0.86	0.45	0.52	0.52
	1~ 2mm 以下	1.14	0.43	0.78	0.58	0.98	0.36	0.45	0.38
	2 ~ 4 mm 以下	0.66	0.95	1.26	0.72	0.93	0.66	0.76	0.53
	4 mm 以上	0.57	0.49	0.86	0.67	0.62	0.46	0.57	0.61
マタケ	0.5~1 mm 以下	0.83	-	-	-	1.13	-	-	-
	1mm 以上	0.49	-	1.34	-	0.59	-	0.63	-

を除けば、面塗り材を石こうボードに塗付した場合にも十分な付着強さを有していると推察できる。

また、高温常態について、石こうボードに面塗り材を塗付した場合は、粉末の種類、サイズ、接着剤の種類に関係なくほぼ同じ付着強さを示していることが分かる。これは、ほとんどの場合で石こうボードの表面に貼ってある紙が破れて破壊したためであると考えられる。このことから、面塗り材を石こうボードに塗付した場合には、十分な付着強さを有していると推察できる。また、接着剤Aを用い合板に面塗り材を塗付した場合、粉末の種類、サイズ、接着剤の種類によりばらつきが見られ、粉末の種類、サイズ、接着剤の種類との明確な相関関係は見ることができない。また、破壊の様子についても、合板が破壊した場合や、面塗り材内で剥離が生じた場合など様々であった。接着剤Bを用い合板に面塗り材を塗付した場合は、接着剤Aを用いた場合に比べばらつきが小さいことが分かる。ところで、ヒノキの粉末サイズが0~0.25 mm以下で接着剤Aを使った場合のみが石こうボードに面塗り材を塗付した場合の最低値である0.26N/mm<sup>2</sup>を下回っているが、それ以外では全て上回っており、ヒノキの粉末サイズが0~0.25 mm以下で接着剤Aを使った場合を除けば、面塗り材を石こうボードに塗付した場合にも十分な

付着強さを有していると推察できる。

#### 4. まとめ

スギ間伐材、ヒノキ間伐材、スギ樹皮、マダケを使用し粉碎処理後サイズを揃えた粉末に所定の割合で、添加剤、接着剤、水を加え十分混練し作製した面塗り材について、

- 1) 粉末の種類、サイズ、接着剤の種類に関係なく、ホルムアルデヒド濃度は0.12mg/L以下であり、F☆☆☆☆であることが確認できた。
- 2) 粉末の種類、サイズ、接着剤の種類に関係なく吸湿性能があり、24時間後に5%程度吸湿し、同じサイズの木粉とほぼ同じ吸湿能力があることが分かった。
- 3) 合板、石こうボードに塗付した場合、十分な付着性能があることが分かった。

#### おわりに

本研究を遂行するにあたりご協力いただいた、日田市郡左官組合の皆様、木竹材用途拡大研究会の皆様から感謝いたします。