

# 和壁の熱伝導特性に関する考察

## Study on Thermal Conductivity of Japanese Mud Walls

宮野則彦\*, 宮野秋彦\*\*

Norihiko MIYANO, Akihiko MIYANO

日本の伝統的な構造壁体としての和壁の熱伝導特性に関する測定結果の報告は極めて少ない。土壁の伝熱特性に関する過去の研究で系統的な実験計画に基づいた研究成果としては、木下正夫および清水定吉両博士による報告が見られるのみである。

本報では、各工程毎に作成した7個の土壁下地試料と代表的な8種類の和壁の仕上塗部分の熱伝導特性について報告する。

There are only few reports on the thermal conductivity of Japanese mud walls built by traditional construction methods. The only noticeable paper published up to now is a report by Dr. Masao Kinoshita and Dr. Sadakichi Shimizu on the thermal conductivity of a mud walls of natural size. This paper reports on the thermal conductivity of seven pieces of mud walls and eight types finish coated Japanese mud walls.

### 1. はじめに

各国の伝統的住居には、それぞれの環境風土の中で培われてきたさまざまな土壁を見ることが出来る。

我国でも、材料配合、調合割合、工法および工程などを異にする多様な土壁が左官職の工夫によって創出され、四季寒暖の差が大きく、年間を通じて多雨、高湿な環境風土に相応しい和壁の技術が伝承されてきている。

しかし、湿式工法としての土壁は、材料準備から完成までに多くの手間と時間を必要とするため、略50年前から、工場生産によるボード材を用いた乾式工法に次第にその座を奪われてきた。

最近になって、室内空気の過乾燥化などを一因とする各種アレルギー疾患やインフルエンザによる集団感染事故の発生などによって、健康で快適な住環境への関心が高まり、我国の伝統的木造住宅に多用されてきた土壁の温湿度調整効果が注目されるようになった。

厚い土壁は熱容量が大きく、遮音および吸音性に優れ、叩き仕上の土間と共に屋内湿度の調整にも隠れた効果のあることが見直された結果である。

しかしながら、土壁に対する建築分野の研究者の関心は従来から極めて薄く、その熱および湿気物性に関する研究成果は、今日なお、関連学協会の研究報告や出版物にも殆ど見られないのが現状である。

筆者等は、自然素材を原料とし環境に優しく、屋内温湿度の調整に優れた効果を発揮する土壁の復活を願い、特に我国古来の和壁について、その熱湿気物性の解明を続けている。

土壁の湿気特性については別に報告することとして、本報では和壁の熱伝導特性について、既往の資料と筆者等の測定結果を併せて考察した結果について述べる。

### 2. 木下、清水論文について

これまでに報告された土壁の熱伝導特性に関する系統的な研究結果としては、木下正雄および清水定吉両博士（東京工業大学建築材料研究所教授）の報告が殆ど唯一のもので、渡辺要著の建築計画原論を始めとする建築分野の専門書や便覧などに多く引用されている。[1]～[2]

この一連の研究では、和壁の他に木造洋壁、コンクリート壁を始め、各種の屋根、床、建具などの伝熱特性を測定している。

\* 日本大学生物資源科学部 252-8510 藤沢市亀井野1866:  
Dep. of Forestry Science & Resources, Nihon University;  
1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa, 252-8510.  
Fax0466-80-1135;E-mail:miyano@brs.nihon-u.ac.jp

\*\* 名古屋工業大学 466-8555 名古屋市 昭和区 御器所町:  
Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku,  
Nagoya, 466-8555.

以下には、その中から壁材料および実大寸法の和壁試料に関する測定結果について述べる。

測定試料は、平板比較法による21種類の土壁材料の小試料（約 20cm×20cm）と、保護熱箱法による実大寸法（面積 6 尺×6 尺，厚 4～7cm）の 8 種類の和壁試料で、測定は全て恒温恒湿室内で行われている。

なお、第5報まで続いたこの一連の研究結果の報告には、恒温恒湿室内空気の温湿度条件、小試料の養生または乾燥方法、質量、含水量および試料の作成方法などの記載は残念ながら一切無い。

また、実験は1温度条件のみの測定で、温度特性および含水特性を求めるために温度または含水率を変化させた系統的な測定は行っていない。

平板比較法による土壁材料の小試料では、測定時の平均試料温度が約 40～45℃とやや高めの温度で行われており、試料両面の温度差は試料の種類および厚さ（4.2～22.7mm）によって異なり、4～18℃のかなり広範囲に散乱している。

基準標準板は11.139mm厚のガラス板であるが、測定にあたっては、試料との熱伝導特性に大きい開きがあるため、約12.4mm厚のゴム板（材質詳細不明）を副標準板として使用している。

保護熱箱法による実大壁体の測定時の平均試料温度は約21～31℃、試料両面の温度差は略5～9℃で土壁材料に比べてやや小さい。

各種壁材料および和壁試験体に関する測定結果を纏めるとTable 1 およびTable 2 のようになる。

Table 1で、セメントモルタル、ロックスタッコおよびバルポイドを除いた、土壁材の試料 No.1～8の熱伝導率は0.335～0.773 W/m・K（平均約0.56 W/m・K）で、その他の和壁の仕上部分の試料 No.9～13 および No.16～19の熱伝導率は 0.408～0.685 W/m・K（平均約0.54 W/m・K）となっている。

一方、Table 2の和壁試料に関する相当熱伝導率は約0.565～0.873W/m・K（平均約0.69 W/m・K）となっている。

一般に和壁は、荒壁付け、中塗り、仕上げ塗りの工程でそれぞれ素材や調合が異なるものの、壁下地から壁表面に向かって、その断面構造は饅仕上げが次第に丁寧となり、粗から密となる傾向が見られる。

Table 1 の下地材料の平均熱伝導率が、Table 2の仕上部分の平均値より僅かながら大きくなっているのは、実際の施工段階より丁寧に作成されたことによるものと推察されるが、Table 2の和壁の相当熱伝導率の平均値が下地および仕上げ部分のそれより更に大きくなっている

**Table 1. Thermal conductivity of wall materials.**

No.	Sample	d	$\theta$	$\lambda$
1	TAMAGAWA soil(玉川土)	20.6	41.1	0.773
2	SAITAMA soil(埼玉土)	20.6	41.0	0.607
3	Sea soil(海土)	19.1	43.7	0.335
4	No.1:No.3=6:4	19.6	41.5	0.608
5	No.1:No.3=5:5	18.7	42.5	0.505
6	No.2with SUSA(苧)	22.7	41.2	0.559
7	No.1with SUSA(苧)	21.0	42.9	0.641
8	No.3with sand of liparite (抗火石)	21.9	45.2	0.427
9	Plaster(漆喰下付石膏)	20.0	43.2	0.408
10	Dolomite plaster	20.8	42.5	0.543
11	OHTU coating(大津仕上)	10.0	40.8	0.608
12	SHIKKUIcoating(上塗漆喰)	15.7	41.1	0.685
13	ASAGI SHIKKUI coating (浅葱漆喰)	18.5	43.2	0.626
14	Rock fiber coating (ロックスタッコ)	21.4	44.7	0.543
15	Mortal coating (セメント:砂=1:3)	21.6	42.5	1.172
16	SUNA MONO coating(砂物塗)	9.9	45.2	0.492
17	TUTIMONO coating(土物塗)	8.8	47.3	0.479
18	SYUNKOU coating(春光塗)	7.0	45.1	0.535
19	Plaster undercoating (プラスタ下塗)	4.2	44.6	0.500
20	Rock fiber coating (ロックスタッコ)	7.2	42.0	0.845
21	Sawdust coating (バルポイド)	8.4	44.3	1.009

註) 木下正雄・清水定吉測定（文献[1],[2]）

**Table 2. Thermal conductivity of mud walls.**

No.	Sample	d	$\theta$	$\lambda$
1	OHTU wall 1(大津壁 1)	45	31.3	0.728
2	NEZUMI SHIKKUI wall(鼠漆喰壁)	42	21.0	0.607
3	SUNA wall(砂壁)	45	21.6	0.680
4	KYO TUTI wall(京土壁)	62	21.7	0.873
5	NEGISHI wall(根岸壁)	45	21.7	0.738
6	OHTU wall 2(大津壁 2)	70	22.5	0.565
7	SYUNKOU wall(春光壁)	69	22.3	0.593
8	SIRO SHIKKUI wall(白漆喰壁)	47	21.0	0.755

註) 木下正雄・清水定吉測定（文献[1],[2]）

点については疑問が残る。

この点については、後述する筆者等の測定結果とも併せて検討した結果、あくまでも推測の域を出ないが、試料毎の測定温度の違いとそれに伴う含湿率変化の影響によるものと考えられる。

### 3. 本研究の目的と計画

筆者等の一連の研究では、上記の木下、清水論文の結果を参考とし、かつ後述する目的のために、二つの試料群について実験を行った。

実験では、先ず一般的な土壁（土物）の下地塗りから中塗りを経て仕上塗り（白漆喰仕上げ）までを、各工程別に塗り分けた試料（第1群試料）について測定し、次いで、代表的な和壁の上塗部分試料（第2群試料）を測定することによって、土壁を構成する各層別の熱伝導特性を求める方法を採用した。

上記したように、一般に和壁の中塗りまでの工程は略共通しているとは言うものの、建物の種類や規模などによって異なるため、実際には土壁の全体厚は数cmから30cmを超えるものまで千差万別である。

本研究の第一の目的は、各工程部分の熱伝導特性を知ることによって、設計される土壁の伝熱特性を推算することにある。

第二の目的は、土壁の施工工程の中で特に時間と労力の掛る中塗りまでの部分を省略し、かつその部分の持つ湿湿度調整と遮音性能を保持する工法の創出で、本研究では木繊維セメント板を下地とする方法を試みた。

### 4. 試料作成と実験方法

土壁の作業工程は、小舞（木舞）下地作りから始まり、荒壁付け、裏返し塗り、貫伏せ、ちり廻り、むら直し、中塗り、切返し塗り、上塗りの順で行われる。

和壁の場合は、一般に切り返し塗りの工程までは、場合により精粗の違いはあるものの略共通している。

従って、土壁の断面構成は下塗部分（荒壁）、中塗り部分および上塗部分に大別されることになる。

最後の仕上げには、従来、水ごね土物、糊さし土物、糊ごね土物などの土物仕上を始めとして、並み大津仕上、大津磨き仕上、砂壁仕上などさまざまな工法がある。

Table 3 の第1群試料は全て、幅9mm、厚さ約3mmの割竹を20~25 mm 間隔に組んだ竹小舞を壁下地として作成されている。（Fig. 1）

試料寸法は概ね17cm×17cmで、試料厚は下塗りから仕上塗りまで各試料ごとに次第に増加し、2.8~5.4 cm の範囲となっている。

試料の作成にあたっては、最初に7個の試料全ての小舞下地に下塗りを施し、以後1試料毎に、片面ずつ次の

Table 3. List of mud wall specimens.

No.	Note
1	Both side: First coat. (Rough coated wall)
2	One side: First coat. Other side: Base coat.
3	One side: Base coat. Other side: Finish coat by OOTU wall.
4	Both side: Base coat. (primed wall)
5	Base coated on both side of wall daubed by soil with sawdust.
6	One side: Finish coat by SHIKKUI. Other side: First coat.
7	Both side: Finish coat by SHIKKUI.

Table 4. List of mud wall specimens.

No.	Note
1	HONSYOZAN soil (本庄山の土, 水ごね仕上げ) 土物
2	White clay (白土, 表面拭取り仕上げ) 土物
3	OHTU wall (大津, 藁ササ仕上げ) 土物
4	Red clay (赤土, 大津磨き仕上げ) 大津物
5	OHTU wall (大津仕上げ, 荍の油塗り) 大津物
6	Plaster (漆喰, ノロ掛け, 黒磨き仕上げ) 漆喰物
7	TETUSABI soil and sand (鉄錆土と砂, つのまた糊ごね仕上げ) 漆喰物
8	Slaked lime (消石灰, クリーム塗り, 顔料入) 漆喰物

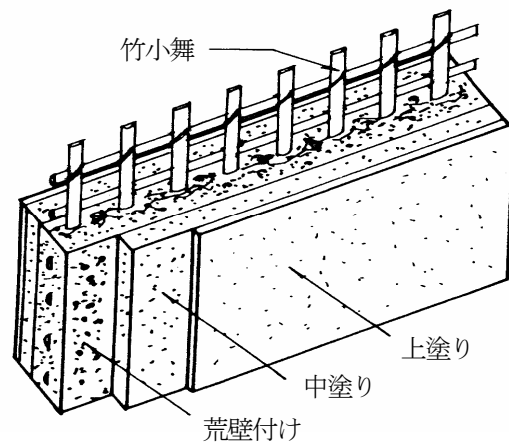


Fig. 1 Japanese mud wall

工程を塗り重ねていく方法を採用した。なお、最後の試料は両面とも白漆喰仕上となっている。

ただし、試料5のみは、断熱性への効果を見るため、荒壁の中におが屑を混入したものを作成している。

作成した試料は、大気中で充分自然乾燥させるため約1年以上に亘って作業場内に置き、その後、電気乾燥炉で約3日間105℃で乾燥した後、更に50~55%の測定室内で約1年間養生した。

第2群試料は、Table 4に示す8種類の和壁の上塗試料で、約200 mm角、厚さ約25 mmの木織セメント板を下地とし、その片面に中塗りまでの工程を省略して直接下地塗りを施し、これに上塗りして仕上げたものである。

上塗部分の厚さは9～15 mm程度となっている。

第2群の測定試料についても、自然乾燥後一旦105℃で一定重量となるまで乾燥したものを、第1群試料と同様の条件下で約3年間養生したものを測定した。

測定前後に重量を電子天秤( $e=0.1g, d=0.01g$ )で秤量することにより測定時の質量および含水率を算定した。

測定は、平板比較法 (ISO 8302; JIS A 1412-1)

Guarded hot plate apparatus method (ISO 8302; JIS A 1412-1)に準拠した装置により下向熱流で行った。

## 5. 測定結果とその検討

### 5-1. 温度特性

Table 5に第1群試料の、Table 6に第2群試料の測定結果の一覧を示す。

測定結果より相当熱伝導率～温度特性を求めると、第1群試料についてはFig. 2、第2群試料についてはFig. 3のごとくなる。

両図から、第1群試料群の相当熱伝導率は0.460～0.538 W/m・K (平均0.49 W/m・K, 20℃)、第2群試料群では0.190～0.261 W/m・K (平均0.22 W/m・K, 20℃, 点線部分)で、両群とも各試料間に大きな違いの無いことが分かる。

土物壁を各工程別に作成した第1群試料に関する解析結果からは、下塗部分0.52 W/m・K ( $d=28.0\text{ mm}, 20^\circ\text{C}$ )、中塗部分0.43 W/m・K ( $d=11.9\text{ mm}, 20^\circ\text{C}$ )、仕上塗部分0.47 W/m・K ( $d=13.7\text{ mm}, 20^\circ\text{C}$ )という数値を得ている。

なお、第1群試料中で、おが屑を1割(体積比)程度混入したNo5は、無混入のNo4に対して相当熱伝導率で約0.02～0.03 W/m・K (20℃)程度の断熱性の改善が見られた。

Fig. 3の $\lambda=0.2\sim0.3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 付近の点線群は、厚25mmの木織セメント板を下地として作成した第2群試料に対する測定値で、 $\lambda=0.4\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の部分の直線群は、土壁(仕上塗り部分)のみの熱伝導特性である。

この仕上部分の熱伝導率—温度特性から、和壁の熱伝導特性が仕上げによってグループに分かれることが明らかになった。

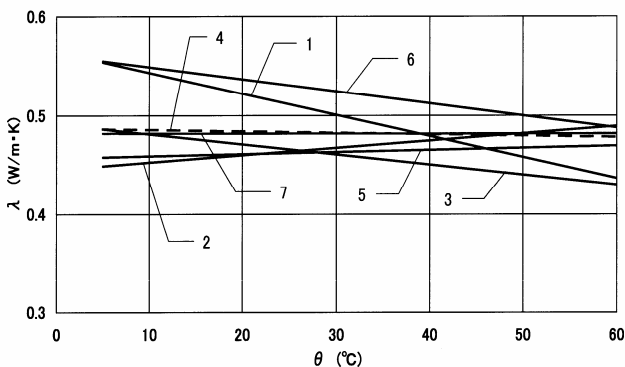
図では、従来、漆喰物と呼ばれている仕上部分の熱伝導率が最も小さく0.40～0.45 W/m・Kの範囲で、土物(藁スサ入り大津を含む)が0.45～0.55 W/m・Kでこれに次ぎ、大津物が最も大きく0.60～0.70 W/m・Kとなっている。

Table 5. Experimental results for the thermal conductivity of mud wall specimens.

No.	d	$\rho_d$	$\omega_{20}$	$\rho_f$	$u_f$	$\omega_f$	$\theta$	$\lambda$	R	$\lambda = a + b\theta$	$\lambda_{20}$	$R_{20}$
1 ●	28.0	1471.3	21.8	1492.5	1.44	21.3	29.5	0.500	0.056	$0.567 - 0.00216\theta$	0.524	0.054
				1492.0	1.41	20.6	36.8	0.481	0.058			
				1491.5	1.38	19.9	44.8	0.474	0.059			
				1491.0	1.34	19.9	44.7	0.469	0.060			
				1490.5	1.31	19.2	52.7	0.453	0.062			
2 ●	35.4	1434.1	16.4	1449.8	1.10	15.8	28.7	0.466	0.076	$0.445 + 0.00073\theta$	0.460	0.077
				1449.2	1.05	15.1	40.4	0.478	0.074			
				1448.5	1.01	14.4	52.5	0.483	0.073			
3 ●	39.0	1475.7	22.1	1497.1	1.45	21.4	29.0	0.465	0.084	$0.493 - 0.00095\theta$	0.474	0.082
				1496.4	1.41	20.8	36.4	0.450	0.087			
				1495.8	1.36	20.1	44.2	0.440	0.089			
4 ●	39.9	1543.0	17.5	1559.9	1.09	16.8	28.8	0.483	0.083	$0.487 - 0.00015\theta$	0.487	0.082
				1559.2	1.05	16.0	44.1	0.481	0.083			
				1558.5	1.01	15.5	52.1	0.480	0.083			
5 ●	50.8	1608.4	20.0	1627.6	1.19	19.2	28.8	0.463	0.110	$0.457 + 0.00021\theta$	0.461	0.110
				1626.8	1.14	18.4	43.6	0.466	0.109			
				1626.0	1.09	17.6	51.7	0.468	0.109			
6 ●	41.3	1495.7	19.6	1514.8	1.31	19.1	29.2	0.527	0.078	$0.562 - 0.00120\theta$	0.538	0.077
				1514.3	1.24	18.6	36.7	0.516	0.080			
				1513.8	1.21	18.1	44.5	0.501	0.082			
				1513.3	1.18	17.6	52.6	0.499	0.083			
7 ●	53.6	1534.6	18.8	1553.0	1.80	18.5	28.5	0.482	0.111	0.482	0.482	0.111
				1552.6	1.77	18.1	36.0	0.482	0.111			
				1552.3	1.55	17.8	44.2	0.481	0.111			
				1551.9	1.13	17.4	52.3	0.482	0.111			

**Table 6.** Experimental results for the thermal conductivity of mud wall specimens.

No.	Specimens	d	v	$\rho_d$	$\omega_{20}$	$\lambda = a + b \theta$	$\lambda_{20}$	$R_{20}$
1	Prototype	33.3	1285.7	930.6	—	$0.218 - 0.00086 \theta$	0.201	0.166
○	Mud wall	8.3	320.5	1580.0	57.1	$0.575 - 0.00382 \theta$	0.499	0.017
2	Prototype	40.3	1556.1	1065.6	—	$0.285 - 0.00169 \theta$	0.251	0.161
○	Mud wall	15.3	590.8	1630.0	55.3	$0.588 - 0.00465 \theta$	0.494	0.031
3	Prototype	38.8	1490.5	1006.5	—	$0.273 - 0.00129 \theta$	0.248	0.157
○	Mud wall	13.8	530.1	1540.0	48.2	$0.587 - 0.00385 \theta$	0.512	0.027
4	Prototype	33.6	1330.6	923.6	—	$0.269 - 0.00161 \theta$	0.237	0.142
△	Mud wall	8.6	340.6	1544.5	59.4	$0.761 - 0.00663 \theta$	0.629	0.014
5	Prototype	34.4	1355.4	908.7	—	$0.304 - 0.00214 \theta$	0.261	0.132
△	Mud wall	9.4	370.4	1430.0	58.7	$0.848 - 0.00816 \theta$	0.684	0.014
6	Prototype	38.2	1482.5	1035.1	—	$0.214 - 0.00037 \theta$	0.207	0.185
□	Mud wall	13.2	512.3	1640.0	49.8	$0.431 - 0.00130 \theta$	0.406	0.033
7	Prototype	35.0	1358.3	910.9	—	$0.206 - 0.00051 \theta$	0.196	0.179
□	Mud wall	10.0	388.1	1400.7	69.4	$0.472 - 0.00208 \theta$	0.432	0.023
8	Prototype	34.5	1352.6	938.6	—	$0.202 - 0.00058 \theta$	0.190	0.182
□	Mud wall	9.5	372.4	1520.0	49.3	$0.471 - 0.00242 \theta$	0.422	0.026

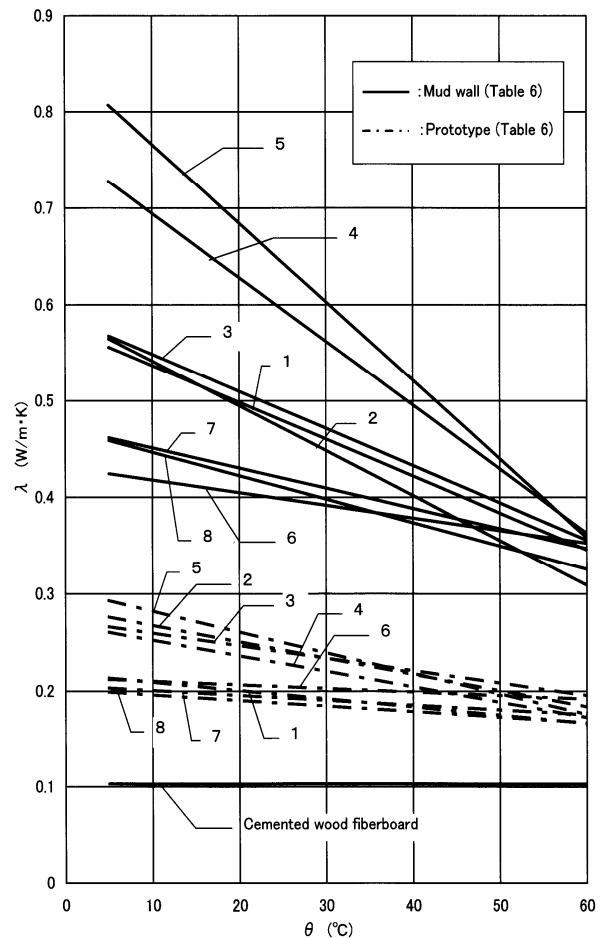


**Fig. 2** Relation between equivalent thermal conductivity and temperature.

一方, Table 6 および Fig. 2 から仕上部分の熱伝導率は  $0.406 \sim 0.684 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  (平均  $0.51 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ) で, 上述の木下・清水論文の仕上部分に関する平均値  $0.54 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  と近似している。

しかし, 筆者らによる白漆喰壁 (Table 5. No. 7) の相当熱伝導率  $0.482 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  ( $d=53.6\text{mm}$ ) に対して, 前述したように 木下・清水論文では白漆喰壁 (Table 2, No. 8) の相当熱伝導率が  $0.755 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  ( $d=47\text{mm}$ ) となっており, 両者の間には大きな違いがあり今後の検討課題である。

今回木繊維セメント板を下地とすることによって工期短縮以外に, 断熱性の向上を図ることが出来たが, 今後は調湿効果の向上についても逐次検討したいと考えている。



**Fig. 3** Relation between equivalent thermal conductivity and temperature.

### 5-2. 含水特性

次に、温度係数  $b$  について見ると、第1群試料では、Fig. 2 ように、No.2, 5が正、No.1, 3, 4, 6が負、No.7が0となっており、試料の断面構造による相関は特に見られない。一方、第2群試料ではFig. 3のように、全て負特性となっている。

測定時の容積基準質量含水率  $\omega_{20}$  と  $b$  値の関係を求めるとFig. 4のようになり、第1群試料では  $\omega_{20}$  値が約17~20kg/m<sup>3</sup>、第2群試料では全体的に測定時の含水率が大きいので概ね50~55kg/m<sup>3</sup>以下となると、温度特性の勾配が負から正に転じることが分かる。

温度特性が負となるのは、測定温度の上昇に伴って試料の含水率が減少するためと考えられる。

Fig. 5 から、全試料に関する20°Cにおける相当熱伝導率  $\lambda_{20}$  と含水率  $\omega_{20}$  の関係を見ると、第1群の測定結果が第2群の土物試料の結果と連鎖して、漆喰物、土物、大津物の三つのグループに分かれることが確認できる。

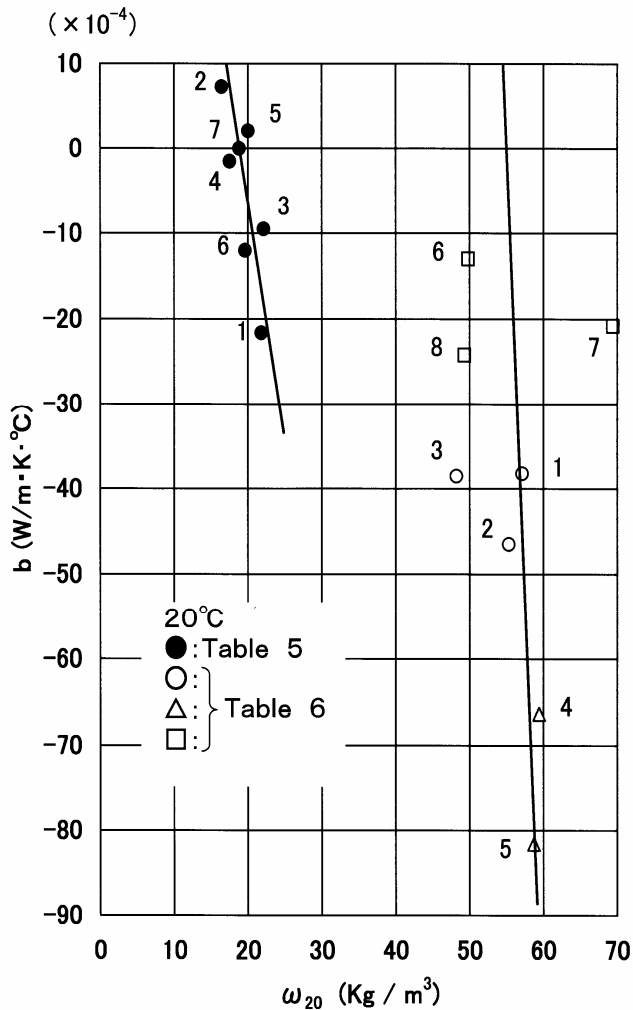


Fig. 4 Relation between temperature coefficient of thermal conductivity and moisture content.

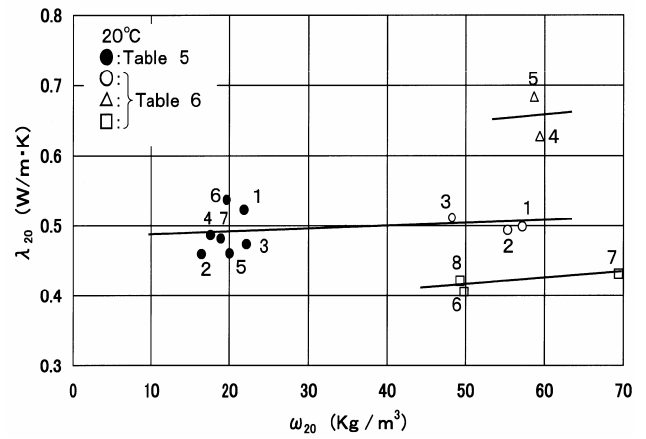


Fig. 5 Relation between equivalent thermal conductivity and moisture content.

### 5-3. 密度特性

Fig. 6 に、本報の結果に既往の測定結果を加えて和壁の相当熱伝導率と乾燥密度の関係を示した。

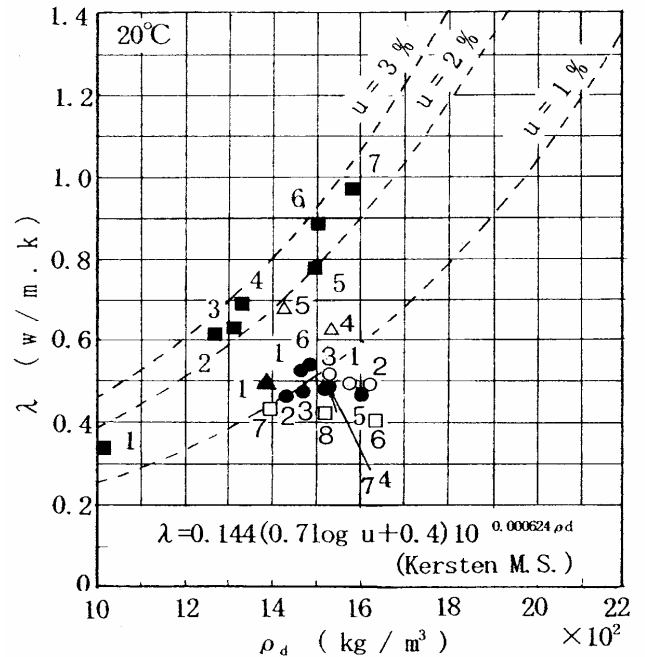


Fig. 6 Relation between equivalent thermal conductivity and dry density.

- : 1. Sea Soil (海土) Compare with Table 1-No.3
- 2. OOTU Coating (大津仕上げ) do.-No.11
- 3. ASAGI SHIKKUI Wall (浅葱漆喰) do.-No.13
- 4. SHIKKUI Coating (上塗漆喰) do.-No.12.
- 5. TAMAGAWA Soil (玉川土) do.-No.1
- 6. ARAKIDA Soil (荒木田土) [3]
- 7. Sandy soil (砂質土壌) [3]
- : 1~7. Compare with Table 3.
- , △, □: 1~8. Compare with Table 4.
- ▲: 1. SUNA MONO Coating (砂物塗) [3]

Fig. 6の, ● (第1群7試料) および○, △, □ (第2群8試料の仕上げ塗部分) は筆者らの測定結果で, ▲は砂物仕上の一例, ■は脚注に示した各種の土質原材料による試料である。

Fig. 6に併記したKersten M. S. の砂質土壌についての実験式は, 質量基準質量含水率( $u$ ) を用いているので密度の異なる試料群の含水特性を比較検討するためには採用できないが, 図中にプロットした木下・清水による土質原材料の $\lambda - \rho_d$ 特性の傾向とはかなりよく一致していることが分かる。

なお, Fig. 5と同様に, Fig. 6でも乾燥密度で約 1200~1700 kg/m<sup>3</sup> の範囲で漆喰物, 土物, 大津物の3グループに分かれ, 熱伝導率はそれぞれ平均で約 0.43, 0.50, 0.65 W/m・K となる。

## 6. 結語

本研究では, 様々な断面構成の土壁の熱伝導特性に対応するため, 工程別に作成した7個の土壁下地塗試料と木織セメント板を塗下地とした8種類の和壁仕上塗試料について, その熱伝導特性を測定した。

1. 土壁の部位別の熱伝導率は, 下塗部分 0.52 W/m・K, 中塗部分 0.43 W/m・K, 仕上塗部分(白漆喰) 0.47 W/m・K という結果が得られた。
2. 伝統的仕上工法としての大津物 (No.3, 4), 土物等 (No.1, 5 および 6), 漆喰物等 (No.2 および 7, 8) の熱伝導特性は, 乾燥密度1500~1700 kg/m<sup>3</sup> の範囲で3グループに分かれ, 熱伝導率は平均で約 0.65, 0.50, 0.43 W/m・K という結果が得られた。

なお, No.6 の藁ササ仕上げの大津が土物に近似し, No.7とNo.8 が漆喰仕上げに近似する結果についての検討は今後の課題である。

3. 建築材料の中でも, 特に土壁材料は温湿度環境による含水率の変化が大きいため, 土壁の熱物性の測定と結果の適用にあたっては充分の注意が必要である。
4. 下地材料として25 mm厚の木織セメント板を使用することにより, 中塗までの工期が短縮される利点に加えて, 土壁自体の断熱性能が従来の約2.3倍に向上することが分かった。

本論文は, 日本熱物性シンポジウムで3回に亘って発表した結果にその後の検討結果を加えて取りまとめた。なお, 研究の一部は, 島根大学名誉教授小林定教氏との協同研究によるものである。

## 7. 謝辞

土壁試料の作成にあたり格別のご尽力を頂いた挟土秀平氏(株挟土組), 岡田明廣氏(株岡田建工), 米本平一氏(株村瀬業務店)ならびに奥谷武司氏(神戸不燃版工業株)に深く感謝申し上げます。

## NOMENCLATURE

- $b$ : Temperature coefficient, W/m・K・°C  
 $d$ : Thickness of specimen, mm  
 $R$ : Thermal resistance at  $d$ , m<sup>2</sup>・K/W  
 $R_{20}$ : Thermal resistance at 20°C, m<sup>2</sup>・K/W  
 $v$ : Volume of specimen, cm<sup>3</sup>  
 $\theta$ : Temperature of specimen, °C  
 $\lambda$ : Thermal conductivity, W/m・K  
 $\lambda_{20}$ : Thermal conductivity at 20°C, W/m・K  
 $u_f$ : Moisture content mass by mass, kg/kg  
 $\rho_d$ : Dry density of specimen, kg/m<sup>3</sup>  
 $\rho_f$ : Density of specimen, kg/m<sup>3</sup>  
 $\omega_f$ : Moisture content mass by volume, kg/m<sup>3</sup>  
 $\omega_{20}$ : Moisture content mass by volume at 20°C, kg/m<sup>3</sup>  
 add. f: After measurement.

## 文献

- [1] 木下正雄, 清水定吉: 各種建築構造物の熱伝導に関する研究 (第1報) —日本壁体の熱伝導率測定—, 東京工業大学学報第5巻第10号(1922)
- [2] 木下正雄, 清水定吉: 各種建築構造物の熱伝播に関する研究, 衛生工業協会誌, 第12巻, 第11号
- [3] 宮野秋彦: 「建物の断熱と防湿」(学芸出版社, 1981)

[Received Mar.2,2007, Accepted Aug.6,2007]