建築仕上げ材料の感覚的評価に関する研究 (その 4)

——触覚的性能の実用的測定方法と測定結果の考察——

正 会 員 岡 島 達 雄*

正 会 員 武 田 雄 二**

1. 序

本稿は、まず建築仕上げ材料の触覚的性能のうち、温冷、硬軟、粗滑、快・不快の 4 感の心理量の具体的、実用的な尺度構成法について述べ、次にその妥当性を検討し、最後に具体的な建築材料 40 種類の触覚的性能の測定結果をその男女間の相違、物理量との対比などについて考察したものである。

2. 心理量の測定方法

2.1 尺 度 法

触覚による温冷感、硬軟感、粗滑感の心理量の尺度化の可能性については既に前報^{1)~3)}で述べた。

この方法は、一対比較法によるもので、被験者にとって判断が容易であり、その結果に信頼がおけるといふ点で基本的な方法であるが、i) 被験者の疲労の点^{註1)}から試料の数をあまり多くすることが出来ない (前回試料数はいずれも 12)、ii) 追加試料の評価が出来ない、iii) 尺度値の零点は、供した試料中での中位を意味し、試料の組み合わせが変われば、その位置も変化する、などの欠点を有する。

ところが、材料の触覚的性能の定量化をはかるためには、i) 多くの試料の心理実験を行い、ii) それを基に尺度を構成し、iii)、i) に供した試料以外の新たな試料が ii) の尺度上に容易に評価できるようなシステムを作成しておく必要がある。iii) の方法としては、追加試料を心理実験で評定する方法および物理量と対応させる方法の 2 つが考えられるが、本節では前者について言及する。

一対比較法による尺度構成法の欠点をカバーするものとして本稿では、図式評定尺度法を使用した。

この方法では、被験者は与えられた各々の刺激に対し、各感覚の強さを線分の長さで表す。その際、温冷感、硬軟感、粗滑感については判断の基準として、固定された 2 つの刺激を与えた。これは、予備実験の結果からこれら 3 つの感覚については、両極端の評定値をもつ 2 つの試料を標準試料とすることにより、被験者の判断

が容易になることが判明したからである。この標準試料の選定にあたっては、前報^{1), 2), 3)}において得られた各感覚の心理量を参考にした。一方、快・不快感については標準試料を提示せず、線分上に“非常に快い”、“どちらでもない”、“非常に不快”の 3 点を与えた。

実際に用いた温冷感及び快・不快感の評定のための記入用紙を図一1、図一2 に示す。なお、硬軟感、粗滑感については温冷感と同様の形式である。

図一1 の温冷感記入用紙の中で A、B とあるのは、尺度上における標準試料の位置を示している。ここで、A と B の間隔は 15 cm である。図一2 の快・不快感記入用紙では、右端を“非常に快い”、中点を“どちらでもない”、左端を“非常に不快”とし、線分の長さは 15 cm と

No. _____ Name _____

1	A		B	冷・温
2				冷・温
3				冷・温
4				冷・温
5				冷・温
6				冷・温
7				冷・温
8				冷・温
9				冷・温
10				冷・温

図一1 温冷感記入用紙

No. _____ Name _____

	非常に不快	どちらでもない	非常に快い
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

図一2 快・不快感記入用紙

* 名古屋工業大学 助教授・工博

** 堺市立工業高校 教諭・工修

(昭和 54 年 11 月 2 日 本稿受理・討論期限昭和 57 年 2 月末日)

した。

被験者は、この直線上に各試料に対する判断を図-1、図-2 に示した様に、|印を記入することにより表現する。なお、A 点及び“不快”点から|印までの長さを測定し、各被験者の評定値とした。また、図-1 において、直線の横にある冷・温という文字は尺度上で温かくも冷たくも感じない点（以下、中位点と呼ぶ）を求めるためのもので、被験者は与えられた試料が自分にとって温かく感じた場合には温、冷たく感じた場合には冷に○印を付けた。

心理尺度の構成においては連続で両極性があり⁸⁾、かつ個人間に共通の中位点が存在するとの仮説を採用した。

2.2 実験計画、実験方法

(1) 実験計画

各心理量の測定実験に際し、それに働くさまざまな要因が考えられる。これらの要因のうち、本研究においては、試料および被験者の性別を変動要因とし、その他の要因を固定した。室内条件および被験者の職業・年齢を次の様に設定した。

室内条件：温度 21℃、湿度 55～60%

被験者：職業 大学生、年齢 18～22 才

(2) 実験方法

室内条件を満たす為に、実験は上記の条件に調節した恒温恒湿室で行った。また、被験者数は男子学生 14 名、女子学生 25 名であった。

実験に用いた試料を表-1 に示す。試料は標準試料および後述のチェック試料を含めて材質別に 9 種類、合計 44 種類で、その温冷、硬軟、粗滑に出来るだけ偏りがないように考慮して選んだ。これらの材料は、乱数表を用いてランダムに呈示された。ただここで注意しておきたいのは、表-1 中で特定の材質の中に、具体的な材料が何種類かあるが、これは、この特定の材質を必ずしも代表するものではなく、この材質の中の何個かのサンプルであると解していただきたい。また、その具体的な材料もその名称で示す材料の代表ではなく、その中の一つのサンプルである。例えば、B-2 は桧とあるが、桧一般ではなく、特定の材質、寸法、形状、仕上げを持つ桧材の中の一サンプルに過ぎない。

被験者には、片手で触らせた。この際、被験者の約半数に利手で触らせ、残りの半数に反対の手で触らせるように指示した。ただ、利手かどうかによっては、被験者は用紙への記入の難易については影響を受けるが、試料の評価や判断の容易さについては変化がないことを前もって確かめておいた。

温冷、硬軟、粗滑の試料の呈示については、スクリーンによって視線を遮った状態で、被験者の左端に A、右端に B の標準試料を置き、それらの間に判断すべき試料

表-1 試料

材質	番号	試料名	寸法 (cm)
A 金属	1	アルミニウム	25×25×0.5
	2	〃	25×25×0.03*
	3	ステンレス	30×30×0.05*
	4	〃	30×30×0.02*
	5	アルミニウム	20×20×0.1
B 木材	1	ラワン	25×25×1.2
	2	檜	20×20×1.4
	3	桐	30×21×0.9
	4	ハードボード	30×30×0.5
	5	インシュレーションボード	30×30×0.9
C セメント	1	ドリゾール	30×30×3.0
	2	木毛セメント板	25×27×1.7
	3	A L C	25×25×6.0
	4	石綿セメント板	30×30×0.4
	5	セメントモルタル板	25×25×0.8
D 石材	1	プラスチックテラゾー	30×30×1.3
	2	テラゾー	30×30×2.6
	3	大理石（荒摺仕上げ）	30×30×2.5
	4	大理石（水磨き）	30×30×2.5
E セラミックス ガラス 陶磁器	1	型板ガラス（梨地）	30×30×0.2 *
	2	透明板ガラス	30×30×0.4 *
	3	タイル	19×24×1.4
	4	れんが	***
	5	クリンカータイル	32×32×1.8
	6	柄付ガラス板	30×25×0.6
F 石こう・石灰	1	石こう板	25×25×0.9
G プラスチックス	1	アクリル板	24×24×0.8
	2	アクリル系吹付材	30×30×0.15**
	3	リシン（荒目）	30×30×0.2 **
	4	プラスチックタイル	30×30×0.2
	5	〃（エンボス加工）	30×30×0.2
	6	ポリエステル板	30×30×2.5
	7	メラミン板ハニカム	30×30×2.5
	8	エポキシ板	20×30×1.2
	9	リシン（細目）	30×30×0.3 **
H 繊維	1	ジュータン（ウール）	30×30×1.1 *
	2	〃（アクリル）	30×30×0.8 *
	3	〃（パイル織）	30×30×1.1 *
I その他	1	たたみ	30×30×5.5
	2	毛皮（ムートン）	47×47×4.5
	3	なめし皮	30×30×0.25*
	4	ふすま	26×25×1.8
	5	バックスキン	25×24×0.2 *
	6	ござ	42×42×1.5
* 厚さ 12mm のラワン普通合板に接着剤で貼付けたもの。			
** 厚さ 3mm の石綿セメント板に貼付け、または吹付けたもの。			
*** 普通れんがの小口を合板上に 10mm の芋目地で貼付けたもの。			

表-2 標準試料およびチェック試料

	標準試料		チェック試料
	A	B	
温冷感	A-5	B-1	E-2
硬軟感	H-3	E-6	B-1
粗滑感	E-6	G-9	B-1
快・不快感			B-1

を呈示した。もちろん、快・不快感の試料の呈示に際しては、A、B の標準試料は使わない。

実験中の被験者の様子を、写真に示す。

なお、各被験者の評定の信頼性を調べる為に、同一試料をチェック試料として一回の実験中に 5 回呈示した。それぞれの実験における標準試料及びチェック試料を表-2 に示す。

写真—1 心理量の測定

3. 心理量の測定結果

3.1 実験結果

同一被験者に対するチェック試料の繰り返し評定値の標準偏差は、平均で温冷 1.44 cm (以下単位省略), 硬軟 1.39, 粗滑 1.18, 快・不快 1.61, また各試料の被験者間の評定値の標準偏差は、平均で温冷 2.06, 硬軟 1.88, 粗滑 1.71, 快・不快 2.53 であった。これらの評定値の分布の特徴を見るために、分布の歪度, 尖度を求めた(値は省略)結果, 各分布は殆んど正規分布をしておらず, 分布に偏りが見られた。このことから, 各試料の評定値の代表値として算術平均値をとらずに, 中央値をとるのが適当であると判断した^{註2)}。中央値を求める際, 尺度値の信頼性を高める為にチェック試料の評定値の標準偏差が 1.73 (分散で 3) を越える被験者の評定値を除外した。

次に, 各感覚尺度上の中位点を求める為に, 各試料の評定値と“温”, “硬”あるいは“粗”と判断された回数による相対頻度を求め, グラフ上にプロットしたものが図—3, 図—4, 図—5 である。ここに, 中位点を被験者の半数が“温”, “硬”, “粗”と判断する際の評定値であるとして, 相対頻度が 50% となる評定値を視察で描いたカーブより求めた。

さらに, 各試料の評定値の, 同一条件(ここでは室内温湿度, 被験者の職業・年齢)では不動点と考えられる中位点からの距離を標準偏差で除して, 各試料の心理量とした。標準偏差で除したのは, 特定試料の特定の感覚の心理量を, 分布の異なる感覚の心理量と同レベルで比較出来るように単位を揃えるためである。

各試料の評定の中央値を x_i , 試料の数を m , 各感覚尺度上の中位点の位置を x_e とすると,

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^m x_i / m$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 / m} \quad \sigma: \text{標準偏差}$$

$$z_i = (x_i - x_e) / \sigma \dots\dots\dots (1)$$

ここで得られた心理量 z_i を温冷感心理量 W , 硬軟感心理量 H , 粗滑感心理量 R , 快・不快感心理量 A として表—3 に示す。

なお, 評定に際し, 被験者は殆んど疲労などの困難を訴えず, 一回の実験の所要時間も 9~14 分で被験者にと

図—3 温冷感心理量の中位点の決定

図4 硬軟感心理量の中位点の決定

図5 粗滑感心理量の中位点の決定

図6 温冷感心理量

図一7 硬軟感心理量

図一8 粗滑感心理量

図一9 快不快感心理量

表—3 各心理量の測定結果

	MALE				FEMALE				TOTAL			
	A	W	H	R	A	W	H	R	A	W	H	R
A-1	0.00	-1.75	1.57	-1.40	0.32	-2.21	1.79	-1.61	0.00	-2.02	1.74	-1.44
A-2	0.49	-1.23	1.21	-1.35	0.30	-1.50	1.32	-1.72	0.44	-1.36	1.28	-1.53
A-3	0.79	-1.24	1.58	-1.82	0.36	-1.78	1.59	-1.96	0.73	-1.73	1.59	-1.79
A-4	0.79	-0.99	1.44	-1.60	1.11	-1.42	1.40	-1.88	0.83	-1.22	1.50	-1.71
B-1	1.33	1.49	0.39	-0.31	0.43	1.00	0.56	-0.40	0.54	1.15	0.50	-0.38
B-2	-0.54	1.24	0.59	0.03	0.27	0.90	0.32	-0.38	0.44	0.91	0.33	-0.21
B-3	-0.10	1.43	0.04	0.03	-0.07	1.00	0.42	-0.10	0.00	1.15	0.19	-0.06
B-4	0.00	0.07	0.78	-0.78	0.00	-0.36	0.83	-0.78	0.00	-0.19	0.71	-0.71
B-5	-1.18	1.60	-0.10	0.81	-1.51	1.00	-0.37	0.80	-1.47	1.24	-0.38	0.63
C-1	-1.72	0.02	1.23	0.73	-1.89	-0.36	1.00	0.73	-1.91	-0.19	1.23	0.85
C-2	-1.77	0.96	1.35	1.51	-2.41	0.24	0.76	1.23	-2.25	0.38	1.40	1.41
C-3	-0.69	0.79	0.75	0.34	-1.29	0.26	1.45	0.15	-1.03	0.47	0.86	0.30
C-4	-0.88	-0.35	0.66	0.42	-0.36	-0.50	0.39	-0.05	-0.39	-0.61	0.38	0.16
C-5	-0.29	-0.28	1.20	0.31	-0.59	-0.81	1.27	0.20	-0.54	-0.59	1.12	0.36
D-1	0.20	-0.38	1.07	-0.28	-0.16	-0.62	1.32	-0.05	-0.15	-0.63	0.98	0.01
D-2	0.10	-1.10	1.44	-1.32	0.68	-1.85	1.84	-1.61	0.59	-1.66	1.59	-1.40
D-3	0.20	-0.94	1.52	-1.18	0.86	-1.14	1.57	-1.20	0.78	-1.24	1.47	-1.24
D-4	0.84	-1.33	1.58	-1.91	0.43	-2.04	1.79	-1.96	0.83	-1.64	1.69	-1.80
E-1	-0.34	-0.41	0.86	-0.03	-1.06	-0.62	1.00	0.25	-0.39	-0.70	0.93	0.08
E-2	0.39	-0.65	1.48	-1.91	0.65	-1.23	1.64	-1.96	0.54	-1.10	1.59	-1.79
E-3	0.00	-0.37	1.39	0.11	-1.01	-0.71	1.45	-0.13	-0.68	-0.63	1.40	0.09
E-4	-1.43	-0.29	1.08	0.64	-1.67	-0.66	1.40	0.85	-1.61	-0.59	1.30	0.80
E-5	-0.93	-0.77	1.49	0.39	-0.97	-1.38	1.40	0.20	-0.98	-1.15	1.50	0.43
F-1	-0.15	-0.67	0.74	0.14	-0.50	-0.71	1.40	-0.10	-0.49	-0.63	0.86	0.12
G-1	0.69	0.02	1.32	-1.85	0.41	-0.17	1.52	-1.96	0.54	-0.09	1.47	-1.79
G-2	-1.47	-0.32	1.41	1.04	-1.40	-0.76	1.23	1.23	-1.47	-0.59	1.19	1.36
G-3	-2.80	0.84	1.33	2.13	-2.62	0.78	1.15	1.64	-2.79	0.80	1.14	1.94
G-4	0.29	-0.29	1.26	-1.40	0.45	-0.62	1.32	-1.51	0.34	-0.56	1.28	-1.41
G-5	-0.05	-0.28	1.32	-0.53	0.00	-0.19	1.25	-0.58	0.00	-0.73	1.21	-0.48
G-6	0.39	0.09	1.32	-0.78	0.14	-0.17	1.32	-1.20	0.15	-0.05	1.28	-0.97
G-7	0.29	-0.02	1.07	-0.95	1.13	-0.21	1.08	-1.48	0.59	-0.16	1.05	-1.17
G-8	0.69	-0.21	1.41	-1.54	0.83	-0.24	1.40	-1.81	0.68	-0.38	1.47	-1.61
H-1	1.18	1.69	-1.70	0.70	0.20	1.31	-1.72	0.78	0.68	1.43	-1.69	0.89
H-2	-0.39	1.62	-1.53	0.84	-0.50	1.19	-1.23	0.58	-0.49	1.29	-1.40	0.79
I-1	1.18	1.35	-0.06	0.25	-0.07	1.00	-0.32	-0.08	0.00	1.15	-0.67	0.21
I-2	2.11	1.71	-2.38	0.34	2.37	1.42	-2.25	-0.82	2.64	1.49	-2.21	0.12
I-3	1.13	1.36	0.15	-0.20	0.41	0.69	0.37	-0.70	0.55	0.84	0.24	-0.43
I-4	0.64	1.41	-0.40	-0.45	-0.32	0.64	0.17	-0.18	-0.24	1.01	-0.05	-0.22
I-5	1.13	1.01	-0.70	0.14	0.25	0.78	-1.13	-0.50	0.68	0.80	-1.05	-0.28
I-6	1.47	1.34	-0.84	0.64	-0.65	0.36	-0.83	0.10	-0.39	0.98	-0.93	0.43

表—4 男女心理量の相関係数

温 冷 感	硬 軟 感	粗 滑 感	快・不快感
0.98	0.96	0.96	0.84

リシンが最も不快と判断されたとは言え、どのリシンもそのように判断されるのではなく、本実験に用いた「表面に硬くて粗い突起のある特定のリシン」の結果であることを知らねばならない。また、材質では A (金属), D (石材), I (その他) が一般に快と判断されている。

このうち, A, D は一般的に滑らかで硬い材質であり, I は温かくて軟らかい材質である。

また, 表—4 及び図—10 (d) より, 他の 3 つの感覚に比べ, 快・不快感については男女の心理量の間に乱れがみられる。しかし, このことからすぐに, 男女の快・不快感に差があるとは必ずしも言えない。そこで, 男女間の心理量の差が, 男女の別を考えない個人間の心理量の差より大きいかどうかを調べる為に, 40 種の試料全部について分散分析を行った。その結果, I-2 (毛皮) のみの男女の差が 5% の危険率で有意と認められるにすぎなかった。このことは, 本研究で行った実験の範囲内では, 快・不快感に男女性別の差が出ない

ことが判明した。

これらのことから, 以後は, 各心理量の間に男女の区別を考えず, 全体の心理量を用いて考察を進める。

3.3 考 察

本研究で用いた図式評定尺度法の信頼性を調べる為に予備実験として, 同一試料 (12 種) についての一対比較法による測定値との順位の一致性を調べた結果, 温冷感, 硬軟感, 粗滑感とも高い相関を示し, 検定の結果も

って判断が容易であると言える。

3.2 温冷感・硬軟感, 粗滑感および快・不快感

前節で得られた各感覚の心理量を材質別に示したものが図—6~図—9 である。これらの図を見ると, 快・不快感 (Affect), 温冷感 (Warmth), 粗滑感 (Roughness) については, 尺度上の分布がほぼ均等であるのに対し, 硬軟感 (Hardness) の分布は硬い方へ偏っていることがわかる。これは, 普通, 建築材料に要求される「自立」という条件を考えてみれば, 当然予想されることである。しかし通常, 構造材に取り付けて用いられる, いわゆるインテリア材料の H (繊維) や I (その他) の材質に含まれる試料は軟らかいと判断されている。

次に, 男女の心理量の違いをみるために, 各心理量について男女の相関係数を取り表—4 に示した。また, 男子の心理量を横軸に, 女子の心理量を縦軸にとったものが図—10 (a), (b), (c), (d) である。これを見ると同じ材料でも, 温冷感については男女の中位点に若干のずれがみられるが, 試料間の順位・間隔には大差がない。おしなべて男女の温冷感, 硬軟感, 粗滑感の間に殆んど差のないことがわかる。このことから, これら 3 つの感覚には男女の区別を考える必要はないと思われる。

図—9 から, I-2 (毛皮) が最も快と判断され, G-3 (リシン) が最も不快と判断されていることがわかる。ただ 2-2 (2) で断ったように, これらの試料は, その名称で示す代表的な材料でなく, 特定の材料である。従って

図—10 男女心理量の相関

1% の危険率で有意⁴⁾と判断された。

さらに、本実験結果の分散分析により、温冷、硬軟、粗滑および快・不快感のいずれの測定結果においても、各試料の評定値の間には被験者間の差に比べて1%の危険率で有意の差のあることが判明した。このことから、本図式評定尺度法が、40 種程度の建築仕上げ材料を評定するのに、適切な方法であり、本研究の目的に合致することが判明した。

本研究での心理実験では、尺度値の信頼性を高める為にチェック試料を一被験者に対し一回の実験中に5回呈示し、その評定値の標準偏差が1.73(分散で3)を越える被験者の評定値を除外している。そこで、各基本感覚および快・不快感の心理テストに要した総被験者数、および除外された無効被験者数などを男女別に表—5 に示す。これによると基本感覚についての有効被験者率は男女共70%以上、平均80%、ただし男の平均は84%、女の平均は76%である。これに対し、快・不快感のそれは男83%、女57%で、基本感覚のそれに比べて女は相当低い、以上から本実験の範囲内では、特定の試料の繰り返し提示に対する男の評定は女のそれより安定している。

無効被験者につき、各回のチェック試料の変動の様子を詳細に検討してみたところ、被験者のうちの一部は、前に呈示された試料によって評定値に影響を受けることが判明した。今後この点を改善する為には、新たに試料を呈示する直前に被験者に微温湯で手を洗わせ、その手を乾燥した手拭でよく拭かせるとか、試料の呈示間隔を長くするなどの処置を施し、前に呈示した試料の影響が被験者の受容器や中枢から完全に消滅するように取り計らうことが必要であろう。

さらには、被験者に、どの程度の間隔で試料を呈示した時、前の試料にどのように影響されるかの問題に積極的に取り組むことも今後の課題となろう。

4. 温冷、硬軟および粗滑感とその物理量との対比

4.1 物理量測定器の性格

測定すべき物理量としては、材料・構法の固有の性質が評価でき、さらに要求される感覚的条件も数値化できるようなものでなければならない。

一般にどんな測定器でも、ゴム硬さ計とか金属表面粗さ計などというように、その対象となる材質が決まっているのが普通である。ところが建築に使用される材料は、金属、木材、セメント、石材、セラミックス、プラスチックなどと多種多様であるから、既存の測定器では、そのごく限られた材質の物理量しか測定できない。

各材料の物理量を、それぞれ異なった測定器で求めたり、異なった尺度で測定したりすれば、建築材料全体を比較したり、要求される条件と対応させたりすることが困難になってしまう。

そこで多少精度が粗くても、建築に使用されるどんな材料でも測定できるような測定器の開発が要望される。

4.2 温 冷 感

前報¹⁾において、温冷感と対応する物理量として、人間の手と材料の間でやり取りされる熱量を考え、これを熱移動量と名付け、これを測定するための装置である熱移動量測定器を開発し、温冷感との対応を確認した。

熱伝導率や温度伝導率を物理量にとる向きもあるが、これらはいずれも、材料に固有の値であるから、厚くても薄くても、その物理量は一定である。ところがアルミ

表—5 被験者の内訳

被験者内訳	男				女			
	総 数 (人)	無効数* (人)	有効数 (人)	有効率 (%)	総 数 (人)	無効数* (人)	有効数 (人)	有効率 (%)
温 冷 感	12	2	10	83	15	3	12	80
硬 軟 感	10	2	8	80	13	4	9	69
粗 滑 感	10	1	9	90	10	2	8	80
快・不快感	11	2	9	83	21	9	12	57

* 一回の実験中に5回呈示されたチェック試料の評定値の分散が3以上となつて、そのデータが棄却された被験者数を表わす。

表—6 物理量測定結果

	$Q(\text{cal/cm}^2\text{sec}) \times 10^2$	$p/\delta(\text{kg/mm})$	μ
A-1	2.90	298	0.24
A-2	1.82	73.9	0.28
A-3	1.59	298	0.34
A-4	1.21	140	0.32
B-1	0.921	71.6	0.48
B-2	0.950	81.6	0.42
B-3	0.786	73.9	0.59
B-4	1.13	91.1	0.39
B-5	0.750	5.13	1.36
C-1	1.02	39.7	1.96
C-2	0.943	23.1	1.78
C-3	1.29	76.3	1.02
C-4	1.33	54.8	0.72
C-5	1.96	57.5	0.46
D-1	1.81	87.7	0.25
D-2	2.34	398	0.35
D-3	2.43	597	0.39
D-4	2.29	2389	0.23
E-1	1.14	87.7	0.31
E-2	1.29	1194	0.14
E-3	1.12	19.8	0.33
E-4	1.53	34.9	0.83
E-5	1.98	48.0	0.47
F-1	1.56	78.9	0.44
G-1	1.29	87.7	0.48
G-2	1.07	-	0.31
G-3	0.736	-	1.36
G-4	1.20	34.35	0.20
G-5	1.14	53.52	0.27
G-6	0.771	8.72	0.20
G-7	0.800	49.0	0.19
G-8	1.34	98.8	0.24
H-1	0.709	0.537	2.07
H-2	0.697	0.800	1.22
I-1	0.711	2.93	0.37
I-2	0.696	0.442	1.25
I-3	0.921	11.8	0.37
I-4	0.843	3.00	0.50
I-5	0.921	6.11	1.32
I-6	0.814	1.50	0.39

図—11 熱移動量と温冷感心理量

ニウムでも、常温で 5 mm 位の板厚のものは、ひんやりと冷たく感じられるのに、箔はそうには感じられない。また表面が同一材料でも、下地が違えば、異なった温冷感が得られる。熱移動量を測定する本装置の特色は、このように表面材が同じでも、その厚さや下地が温冷感に与える影響、すなわち、材料だけでなく構法の性質が求められる点にある。

この装置を用いて測定した各試料の熱移動量 Q (cal/cm²·sec) を表—6 に示す。

次に、この熱移動量と温冷感心理量との対応をみたものが図—11 である。これを見ると、ばらつきの大きい試料には硬くて粗い材質のものに多いようである。このような試料では装置との接触が完全でないから、装置から試料へ移動する熱量が、ちょっとしたことで変動する機会が大きくなるためであろう。装置の熱伝導板部分に、さらに軟らかい材質を用いるなどの改良も必要であろう。

この熱移動量 Q と温冷感心理量との間に直線性を仮定し、最小二乗法を用いて得られた回帰方程式を次に示す。

$$W_t = -5.15 \log Q - 10.0 \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 W_t は温冷感推定値を示す。なお式 (2) による推定値と心理量の相関係数は 0.87 で高い相関を示し⁶⁾、さらに検定の結果、危険率 1% 以下で有意と判定される⁷⁾。図—11 中の破線は、推定の誤差の標準偏差を示す。

4.3 硬 軟 感

前報²⁾において、硬軟感と対応する物理量として、人が手で押えた時の材料のたわみにくさを考え、これをモデル化して測定する硬軟測定器を考案した。

硬軟感といえば、ヤング係数を使えばよいように考えられるが、これは材料の固有の性質であって、厚さや下地の影響を考慮することが出来ない。また表面硬さ計を利用することも考えたが、これも表面材の硬さだけしか測れない。

すなわち、この測定器では、たわみにくさを測定することによって、板厚や下地の影響も加味した構法の違

図—12 硬軟物理量と硬軟感心理量

いを評価することができるのである。

さらに測定時には、指示目盛が安定するまで装置を試料に押し付けるようにするため、材料・構法の非弾性的な性質もある程度評価することが出来る。

この装置を用いて測定した各試料の硬軟物理量 P/δ (kg/mm) を表—6 に示す。

次に、この硬軟物理量 P/δ と硬軟心理量との対応をみたものが図—12 である。この図から、 P/δ が 250 付近で心理量が頭打ちとなり、閾値の存在が予測される。また、 P/δ が 50~100 の付近で、プロットした点がばらついているのは、粗滑感が硬軟感に及ぼす影響、及び硬くて粗い材料については、装置と試料の間に温冷感で考察したと同様の現象が起こり、測定値が不正確になるためではないかと思われる。

図—12 において硬軟物理量 P/δ と硬軟心理量との間に直線性を仮定して最小二乗法を用いて得られた回帰方程式を次に示す。ただし、これは P/δ が 250 までの試料を対象にしたものであり、 P/δ が 250 を越えるものは、その心理量推定値を 1.7 とした。

$$H_t = 1.20 \log P/\delta - 1.17 \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 H_t は硬軟感推定値を表す。なお、式 (3) による推定値と心理量との間の相関係数は 0.82 で高い相関を有し⁶⁾、さらに検定の結果、危険率 1% で有意と判定される⁷⁾。図—12 中の破線は、推定の誤差の標準偏差を示す。

4.4 粗 滑 感

前報³⁾において、粗滑感と対応する物理量として材料の動摩擦係数を考え、これを測定するための装置として、動摩擦力測定器を開発し、粗滑感との対応を確認した。

これまで、粗滑感は、表面粗さ計で求めた材料表面の幾何学的波形で表わそうとしてきた。しかし、この方法は、同種材質感の粗さの指標にはなり得ても、異種材質感の粗滑を表わす物理量としては適当でない。試料表面の山の高さやピッチが同じでも、金属とじゅうたんなどの粗滑感は同じではない。人は、表面が粗くても材質が軟らかければ滑らかだと判断するからだ。粗滑感は、手

図—13 粗滑物理量と粗滑感心理量

が材料の表面を押しながら横にすべらせる時の抵抗の大きさ、すなわち動摩擦係数に關係する。

この動摩擦力測定器を用いて測定した各試料の粗滑物理量 μ を表—6 に示す。

次に、この粗滑物理量 μ と粗滑感心理量との対応をみたものが 図—13 である。この図において、動摩擦係数 μ と粗滑心理量の間に直線性を仮定し、最小二乗法を用いて得られた回帰方程式が次式である。

$$R_t = 2.30 \log \mu + 0.458 \dots \dots \dots (4)$$

ここで、 R_t は粗滑感推定値を示す。なお、式 (4) による推定値と心理量との間の相関係数は 0.70 で高い相関を有し⁶⁾、さらに検定の結果、危険率 1% 以下で有意と判断される⁷⁾。

図—13 中の破線は、推定の誤差の標準偏差を示す。

5. 結 論

1) 建築仕上り材料の温冷、硬軟、粗滑、および快・不快感の心理量を容易に求めるために、図式評定尺度法を導入した。本法では各試料の評価に当って、固定した二つの標準試料かそれに代るものを用いるなどして、それらとの比較において当該試料の位置付けをさせるため、被験者に大きな疲労を与えずに短時間に多くの試料の評価をさせたり、追加試料の評価が容易に出来る。本法の信頼性は、既に筆者らの行った一対比較法による測定結果と対比することなどにより確認した(第2章および図—1, 2 参照)。

2) 上記の測定方法に基づき、建築仕上り材料 40 種類の心理量を測定した結果、本実験の範囲内では、

i) 同じ試料で温冷感については男女の中位点に若干のずれがあるが、試料間の順位・間隔には大きな差がない。概して、男女の温冷感、硬軟感、粗滑感の間には殆んど差がない(図—10 および表—3, 4 参照)。

ii) 男女の快・不快感の差は、I-2 の毛皮を除いて各

試料とも個人間の差に比べて大きくなった。即ち、快・不快感についても男女の差を考慮する必要は殆んどない(3.3 節参照)。

iii) 前報^{1)~3)}で得られた測定器を用い、温冷感、硬軟感、および粗滑感の物理量を求め、その心理量との対応関係を求め、式 (2), (3) および (4) を得た。これらの測定器は材料固有の性質だけでなく、寸法・形状の異なる材料を組み上げて構成した構法の評価にも有効なことを示唆した。

謝 辞

実験にあたり、被験者として貴重な時間を割いていただいた本学ならびに他大学の学生諸君に感謝致します。

また、実験及びデータ整理に多大な御協力をいただいた本学卒業生浅井良郎、武仲裕司、八木正範の各氏に対し、さらに試料収集に御協力いただいた長谷田直之氏、伊奈紘三郎氏(株)竹中工務店)および多くの建材メーカーの方々に厚く御礼申し上げます。

なお、本研究の一部は、東海学術奨励会、文部省科学研究費総合研究(A)、特定研究及び鹿島学術振興財団の御援助によりなされたことを付記致します。

註

- 1) 心理テストによる被験者の疲労
一対比較法による温冷、硬軟、粗滑感の心理テストの所要時間は、試料数 12 に対して、平均 10~20 分間であった。これ以上の時間を要する場合でも、被験者は判断をするが、判断にばらつきが多くなり、信頼性に乏しくなることが、著者らの経験から分っている。
- 2) 代 表 値
参考文献 5) では、試料の評定値の代表値として算術平均値を採用した。

参 考 文 献

- 1) 岡島達雄, 棚橋 勇, 安田 保, 武田雄二, 建築仕上り材料の感覚的評価に関する研究(その 1)—触覚による温冷感の定量化—, 日本建築学会論文報告集第 245 号, 昭和 51 年 7 月号, pp. 1~7
- 2) 岡島達雄, 武田雄二, 棚橋 勇, 同上(その 2)—触覚による硬軟感の定量化, 同上第 246 号, 昭和 51 年 8 月号, pp. 1~5
- 3) 岡島達雄, 棚橋 勇, 武田雄二, 同上(その 3)—触覚による粗滑感の定量化—, 同上第 261 号, 昭和 52 年 11 月号, pp. 1~6
- 4) 肥田野直, 瀬谷正敏, 大川信明, 心理教育統計学, 培風館, 1977.10, 第 6 章, pp. 171~174
- 5) 岡島達雄, 武田雄二, 浅井良郎, 建築仕上り材料の感覚的評価に関する研究—図式評定尺度法による触覚的評価の分析—日本建築学会東海支部研究報告, 昭和 53 年 2 月号, pp. 33~36
- 6) 4) p. 121
- 7) 4) pp. 139~140
- 8) 栗山 寛, 平井和喜, 渡辺正朋, 建築仕上り材料の質感に関する研究(1)(触覚的質感の定量的評価方法について), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 昭和 43 年 10 月号, pp. 191~192

SYNOPSIS

UDC : 691.1

PRACTICAL EVALUATION OF TACTILE RESPONSE OF BUILDING MATERIALS

by TATSUO OKAJIMA* and YUJI TAKEDA** Members of
A.I.J.

This paper explains practical method of scaling the warmness, hardness, roughness and affect of building materials, describes the test results of forty types of materials, and discusses the dependence of sexuality on the tactile response, the comparisons of psychological values with physical ones and so on.

* Nagoya Institute of Technology, Dr. of Eng.,

** Sakai Municipal Technical High School, Ms. of Eng.