触覚による建築仕上げ材料の快・不快感の定量化[†]

岡 島 達 雄* 呉 健 丹** 武 田 雄 二***

Quantification of Tactile Effect of Building Materials

by

Tatsuo OKAJIMA*, Jian-dan WU** and Yuji TAKEDA***

The object of this paper is to clarify the quantification of the tactile effect of building materials from the physical one.

Sensation and perception were interpreted on the basis of psychology and physiology. The concept of psychophysio-dynamics was proposed connecting psychophysics with psychodynamics. It was found that the tactile effect of building materials can be predicted from the physical values of warmth, hardness and roughness. The applicability was verified.

Key words : Tactile effect, Sensation, Perception, Psychophysio-dynamics, Building materials

1 序 論

人がものに触った時に、良いなあと感じる場合とそうでない場合がある。どんな条件で、どんな材料に触った時に、どのような感情を抱くか、ということが定式化できれば、材料を選ぶ場合や構法の計画に役に立つであろうし、材料自体の生産や開発にも有益な手段となるであろう。

- ・表面が温かく毛羽立ったもの
- ・表面が滑らかですべりやすいもの
- ・表面が乾燥しているもの
- ・表面に適量の吸着水分があるもの
- ・硬くて、冷たく滑らかなもの

などが好まれ、

- ・硬くて粗く危険なもの
- ・軟らかくて滑らかなもの

などが嫌われる。

という事実や、アンケートの結果を総合してみると、ものの触りごちの良さを基本的な感覚の関数とか、そのものの物理的な性質の関数として表示できるのではないと思われる。

本稿は建築仕上げ材の温冷感、硬軟感、および粗滑感の定量化に関する著者らのこれまでの研究をもとにして、建築仕上げ材料の触覚的性能「触りごちの良さ」の定量化の可能性を探ったものである。

2 触覚の評価に関する従来の研究

建築学の分野における、建築材料と触覚との関係についての研究は数少ないが、その主だったものについて

て見てみる。

渡辺は、視線を遮った状態で被験者に建築仕上げ材料を触らせ、その時の質感を自由に表現させた。その形容語句の整理結果から、質感を大きく、あらかさ、あたたかさ、かたさとして捉える。

笠井、松井は建築仕上げ材料の触覚に関する一連の研究を行っている。主に温冷感触、打音による重厚感触、およびあらかさ感触を取り上げ、その評価法を提案している。

また、触覚を直接の対象とするものではないが、小野らの床材の性能に関する一連研究がある。^{10),11)}これらの研究は、その対象部位を床に特定している点などで本研究と性格を異にしている。

岸谷・安達は同一材料に対する感覚的反応を触覚のみ、視覚のみの場合について求め、その結果を因子分析法を用いて解析することにより、純粋な触覚の意味構造とそれが「見え」としての触覚へ転化する際の変化を求めている。¹²⁾

北浦・大野・茶谷の建築材料のテクスチャーの心理的効果に関する研究がある。これらは主に、視覚による粗滑感についての研究であり、それに及ぼす触覚の影響について指摘しているものも多いが、触覚による感覚的反応を具体的に捉えたものではない。

また心理学の分野においては、触現象の解明に対しさまざまな研究がなされている。吉田の触に関する一連の研究は、その対象を問わず先駆的であった。これらの研究は、建築材料ではなく、一般材料を対象とし

[†] 原稿受理 平成2年12月1日 Received Dec. 1, 1990

* 正 会 員 名古屋工業大学工学部 名古屋市昭和区御器所町, Faculty of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya

** 名古屋工業大学大学院 名古屋市昭和区御器所町, Graduate Student, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya

*** 今宮工業高等学校 大阪市西成区出城町, Imamiya Technical High School, Dejiro-cho, Nishinari-ku, Osaka

たものであるが、心理量の測定方法や解析手法について多くの知見を与えてくれる。

繊維工学の分野においては、「布の風合い」という観点から、触感の定量化およびそれに関する性能の評価方法についての研究が精力的に行われてきた。^{18)~20)}

木材工学の分野でも、鈴木²¹⁾の木材を建築材料として使用した場合の感覚的性能を定量化しようとの目的の研究がある。²²⁾

3 基本感覚と快・不快感

本節は、まず感覚、知覚などの心理的用語についての定義を明確にし、また、本研究での具体的な研究対象である温冷感、硬軟感、粗滑感、乾湿感および快・不快感について定義する。

3・1 感覚 (sensation) と知覚 (perception)

感覚と知覚の解釈には、さまざまな変遷があったようであるが、現在もなお感覚、知覚に対する唯一の定義はないようである。本研究では、次のように定義した。

感覚とは特定の感覚器官の刺激に極めて密接に依存している経験であり、知覚とは刺激の複雑な配置の結果と過去の経験、および現在の態度との加わった経験である。^{23), 24)}

3・2 基本感覚と快・不快感²⁴⁾

触現象の様式として、D. Katz は表面触、空間に充滿する触質、空間触、透触面の4つを挙げた。本論で取り上げるのは、表面触であり、空間内において明確に捉えられる固体の表面に対する触覚的な感覚をいう。これらの感覚は、対象の表面に手を触れただけでは、表面触の別は明らかでなく、手や指をある程度押し付けたり、動かしてみても、はじめて分かるような感覚を含むことに特徴を有する。

3・2・1 建築仕上げ材料の触覚的特性 視覚を遮った状態で被験者に材質や表面状態の異なる建築仕上げ材料に触れさせ、その時受けた感じを自由に言葉で表現させたものを分類すると、温冷感、硬軟感、粗滑感、乾湿感、軽重感と好悪感の6種類にまとめられる。この中で温冷感、硬軟感、粗滑感、乾湿感、軽重感に含まれる言葉は材料表面の物理的性質を表現しているが、好悪感に含まれる言葉は、材料に対する被験者自身の心の状態を表現したものと考えられる。²⁵⁾

3・2・2 基本感覚 基本感覚とは、対象からの刺激、いいかえれば材料の物理的性質と直接対応し、そのほかの基本感覚から独立で強い相関がなく、かつその刺激に対する受容器との関係が比較的明らかなものである。^{1), 26)}

以上の観点から、まず軽重感と好悪感が基本感覚から外れてくる。軽重感²⁷⁾は、語句だけからみると、材料の物理的性質に対応するように思えるが、実際に材料

を持たせたり、材料の切口に触れさせず、材料表面にだけ触らせる場合には、材料表面の物理的性質には、直接関係しない。また、好悪感²⁸⁾は知覚の範ちゅうに入るものである上に、直接対応する物理的性質は見当たらない。

つぎに、乾湿感²⁹⁾は、材料内に含まれる水や表面に吸着した水分などにも関係するが、同一材質でも表面の粗滑感と温冷感によって大きく異なっている。その理由は、指や掌から出る汗が乾湿感を引き起こすからであり、接触圧が同じでも、材料表面が粗の場合、皮膚と材料の接触が部分的となり、接触面積が少なくなると、乾と判断され、逆に材料表面が滑の場合、接触面積が大きくなって湿と判断されることにある。²⁷⁾ さらに温冷感、硬軟感、粗滑感に較べて、乾湿感の認知のために働くと考えられる受容器は明確でない。このことは、乾湿感に対応する刺激が単純でないことを示している。

このような理由により、本研究では触覚における基本感覚として温冷感 (warmth)、硬軟感 (hardness)、粗滑感 (roughness) の三つを取り上げる。

3・2・3 快・不快感 触覚的性能を“触りごちの良さ”として捉えると、これに最も密接に関連しているのは、好悪感である。本研究では、種々の形容語句を含む好悪感のうち、触覚的性能と最も密接に結びつくものとして快・不快感を取り上げた。

ここで大事なことは、本研究では、人が材料に手掌で触った時の単なる快・不快感を問題にしておらず、その材料がどのような用途、空間のどの部位に使われるかを問題にしていない。すなわち、内装壁材などとして使う材料ならば、触覚による快・不快感以外に力学的、熱的などの要求条件を満足しなければならないのは当然である。また、特定の材料に対する玄関内装壁材としての触覚的快・不快感は玄関床仕上げ材としてのそれと必ずしも一致しない。これは、単なる色の嗜好調査結果と、ネクタイとして使用する場合、老人がネクタイとして使用する場合あるいは老人が結婚式にネクタイとして使用する場合の色の嗜好調査結果との違いと似ている。

したがって、本研究は、寸法、形状あるいは用途に関係しない基本的、抽象的な建築仕上げ材料の快・不快感を対象としている。

4 触覚的性能の定量化の手順

4・1 心理的反応過程の捉え方

以上に述べた感覚および知覚の喚起過程を、心理学の分野でいう刺激 (stimulus) が有機体 (organism) に受容され、反応 (response) が生ずるという概念を用いて整理する。本研究の場合には、これらの関係を Fig. 1 のように示す。

Fig. 1. Concept of psychophysio-dynamics.

すなわち、触れる対象の持つ物理的性質による刺激 S_1 が有機体 O_1 (受容器) によって受容され、感覚的反応 R_1 (本研究における温冷感、硬軟感、粗滑感) が生ずる。また、この感覚的反応は新たな刺激 S_2 となり、有機体 O_2 (中枢機構) を通じて、知覚的反応 R_2 (本研究における快・不快感) が生じ、これがまた新たな刺激 S_3 となり、有機体 O_3 (効果器) を通し、外界に対する行動の反応となって表れると考える。ここに、本研究における温冷感、硬軟感、粗滑感は R_1 から、直接 O_3 への経路を通して外界へ出ることもある。²⁸⁾

4・2 定量化の手順

本研究の目的は、材料の触覚的性能の定量化であり、これは Fig. 1 における S_1 (材料の物理的性質) と R_2 (快・不快感) との関係を定量的に捉えることにある。しかし、複雑な感情である快・不快感をいきなり、物理的性質との関係で捉えることは非常に困難であるので、まず快・不快感と温冷感、硬軟感、粗滑感などの基本感覚との関係を求め、次にそれぞれの基本感覚と物理的性質との関係を導き、最後、これらの関係を結合するものである。

4・2・1 心理量の尺度化 目的のために、 R_1 と R_2 をそれぞれ数量的に捉える必要がある。しかし、感覚的反応 R_1 、知覚的反応 R_2 は人間の内なる反応であり、これを直接、測定することはできない。そこで、一般にこの反応を測定するための手段として、反応が生じたことによって起こる人間の外界への行動を観察し、その行動を数量的に測定することにより、反応の強さを推定するという方法をとる。すなわち、官能検査あるいは精神測定法である。Fig. 1 においては、 R_1 - R_3 および R_2 - R_3 の間の関係を数量的に捉えることに他ならない。

温と冷、硬と軟、また快・不快感のそれぞれの形容

語対がそれぞれ同一尺度上の対極をなすものとして捉えてよいかどうかという問題がある。すなわち、「温かい」の反対は「冷たい」のか、また、この温冷感を連続体として捉えてよいかどうかという問題である。これに対しては、従来の研究はこれらの心理量が連続体として捉えられると考えている。また P. T. Young²⁹⁾ らの研究から快・不快感をそれぞれ対極をなす連続体として考えても支障はなさそうである。^{30), 31)}

そこで、本研究においては、対象とする各感覚および知覚の心理量を連続体として捉え、それらの関係を関数として求める。これらの尺度は、各心理量を数値間に加法性が成り立ち、かつ絶対零点を有する比例尺度として求める。

4・2・2 精神物理学と精神力学 精神物理学 (psychophysics) は 1872 年 Fechner によって提唱されたものであり、ある連続体としての感覚量をそれに対応する連続体としての物理量との関係で捉えようとする学問分野である。

精神力学 (psychodynamics) は 1934 年 J. P. Guilford によって提唱された概念であり、ある連続体的な感覚量をそれに対応する他の連続体的な感覚量との関係を明らかにする学問分野である。彼はこの考えのもとに色彩による快・不快感という複雑な心理的現象を色相、彩度、明度という 3 つの心理量との関係で捉えることによって、定量的に表現した。^{32) - 34)}

本研究において、 S_1 (材料の物理性質) と R_1 (温冷感、硬軟感、粗滑感) との関係を明らかにするのが精神物理学の領域であり、また R_1 を新たな刺激 S_2 と考え、 S_2 と R_2 との関係を明らかにするのが精神力学の領域である。

5 psychophysio-dynamics の提案

本研究における触覚的性能の定量化の手順としては、

建築仕上り材料から選び出した試料を刺激とし、まず R_1 , R_2 を官能検査により心理量として数量化する (心理量の尺度化)。つぎに R_1 , R_2 の値をもとに、 R_1 を新たな刺激 S_2 と考え、 S_2 と R_2 の関係を関数として捉える (精神力学による解析)。さらに、 R_1 と対応する材料の物理的性質を明らかにし、それらを測定することにより得られた物理量 S_1 との関係を関数として捉える (精神物理学による解析)。以上により得られた2つの関数を合成することにより、 S_1 と R_1 との間の関数を求める。このような概念を、新たに psychophysio-dynamics と定義し、ここに提案する。

6 提案の適合性の検証

以上の提案の適合性の検証を次に示す。

66 種類の建築仕上り材料を選び、温度 20°C で、図式評定法を用いて、心理実験をした。心理量を求めたものは、温冷感、硬軟感、粗滑感、乾湿感、快・不快感の5感である。

6・1 精神力学の適用

実験結果により、快・不快感²⁶⁾は基本感覚である硬軟感と粗滑感で次のように表される。

$$A = 0.63H - 0.96R \quad (1)$$

同様に乾湿感²⁶⁾は基本感覚の温冷感と粗滑感で次のように表される。

$$D = 0.60W + 0.40R \quad (2)$$

Fig. 2. Warmth-physical and psychological.

Fig. 3. Hardness-physical and psychological.

Fig. 4. Roughness-physical and psychological.

A , H , R , D , W は温度 20°C 時の快・不快感、硬軟感、粗滑感、乾湿感と温冷感の心理量である。

6・2 精神物理学の適用

別に開発した触覚センサ³⁵⁾を用いて、基本感覚の温冷感、硬軟感、粗滑感の物理量を測定した。その物理量と心理量の関係を Fig. 2, 3, 4 に示す。実線は回帰直線を、破線は推定の誤差の標準偏差を示す。3つの感覚に対するこれらの関係を次式とする。

$$W = k(Q) \quad (3)$$

$$H = f(P/\delta) \quad (4)$$

$$R = g(\mu) \quad (5)$$

ここに、 Q は熱移動量、 P/δ はたわみ剛性、 μ は動摩擦係数であり、それぞれ温冷、硬軟および粗滑の心理量に対応する物理量である。

6・3 psychophysio-dynamics の適用

式 (3), (4), (5) で定量化した基本感覚の物理量による心理量の推定値を、式 (1), (2) に代入して、快・不快感などの推定を試みた。それぞれの測定値とその推

Fig. 5. Correlation estimated by physical value.

Fig. 6. Correlation estimated by physical value.

定値との対応は Fig. 5, 6 であり, 高い相関を示した。このことから, 20°C の快・不快感と乾湿感の評定値を推定できることが判明した。すなわち, psychophysio-dynamics の適合性が検証された。

7 結 論

本研究では, 建築仕上げ材料に対する触覚的性能の評価方法の提案を試みた。

(1) 従来の研究や心理学における感覚, 知覚に対する解釈を眺め, 触覚による温冷感, 硬軟感, 粗滑感の3つの基本感覚により快・不快感などの知覚を捉えることができると判断した。

(2) 従来の心理学における精神力学および精神物理学の概念を基礎に, 新たに psychophysio-dynamics を提案し, この概念を用いることにより, 基本感覚の物理量による快・不快感や乾湿感などの評定値を推定できることを明らかにした。

参 考 文 献

- 1) 岡島達雄, 建築雑誌, **93**, 1134, 33 (1978).
- 2) 鈴木正治, 林業試験所研究報告, **231**, 27 (1970).
- 3) 岡島達雄, 棚橋 勇, 安田 保, 武田雄二, 日本建築学会論文報告集, **245**, 1 (1976).
- 4) 岡島達雄, 武田雄二, 棚橋 勇, 日本建築学会論文報告集, **246**, 1 (1976).
- 5) 岡島達雄, 棚橋 勇, 武田雄二, 日本建築学会論文報告集, **261**, 1 (1977).
- 6) 岡島達雄, 武田雄二, 日本建築学会論文報告集, **309**, 1 (1981).
- 7) 渡辺正明, 東北大学修士論文 (1967).

- 8) 松井 勇, 笠井芳夫, 日本建築学会論文報告集, **263**, 21 (1978).
- 9) 松井 勇, 笠井芳夫, 日本建築学会論文報告集, **338**, 1 (1984).
- 10) 吉岡 丹, 小野英哲, 川村清志, 茗ヶ原泰広, 日本建築学会論文報告集, **245**, 9 (1976).
- 11) 小野英哲, 宮本宗和, 河田秋澄, 吉岡 丹, 日本建築学会論文報告集, **346**, 1 (1984).
- 12) 岸谷孝一, 安達和男, 日本建築学会学術講演梗概集, **p. 153** (1973).
- 13) 北浦かおる, 日本建築学会論文報告集, **241**, 155 (1976).
- 14) 茶谷正洋, 大野隆造, 諏訪 満, 日本建築学会論文報告集, **277**, 71 (1979).
- 15) 茶谷正洋, 大野隆造, 小林啓明, 日本建築学会論文報告集, **349**, 1 (1985).
- 16) 吉田正昭, 人間工学資料, **p. 2** (1965).
- 17) 吉田正昭, 石坂 敦, 中央大学100周年記念論文集 (1985).
- 18) 日本繊維機械学会, “布の風合い” (1972) 日本繊維機械学会
- 19) 松尾達樹, 繊維機械学会論文集, **23**, 6 (1970).
- 20) 松尾達樹, 原田隆司, 斉藤 実, 繊維機械学会論文集, **25**, 1/2 (1972).
- 21) 鈴木正治, 林業試験所研究報告, **231**, 42 (1970).
- 22) 鈴木正治, 材料, **24**, 264 (1975).
- 23) E. R. Hilgard, “Introduction to psychology” (1953) New York, Harcourt Brace
- 24) 和田陽平, 大山 正, 今井省吾, “感覚+知覚ハンドブック”, **p. 7** (1969) 誠信書房
- 25) 武田雄二, 岡島達雄, 日本建築学会論文報告集, **361**, 1 (1986).
- 26) 岡島達雄, 呉 健丹, 堀越哲美, 河辺伸二, 武田雄二, 志村欣一, 日本建築学会論文報告集, **419**, 1 (1991).
- 27) 岡島達雄, 武田雄二, 日本建築学会論文報告集, **327**, 12 (1983).
- 28) R. F. Schmidt, “感覚生理学”, **p. 10** (1982) 金芳堂, 岩村吉見ほか7人訳
- 29) 栗山 寛, 平井和喜, 渡辺正朋, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (1968).
- 30) P. T. Young and C. L. Trafton, J. of Comparative and Psychological Psychology, **58**, 1 (1964).
- 31) P. T. Young, Psychological review, **73**, 1 (1966).
- 32) J. P. ギルホード, “精神測定法”, 秋重義治監訳, **p. 1** (1959) 培風館
- 33) J. P. Guilford, J. Exper. Psychology, **p. 17** (1934).
- 34) J. P. Guilford, Psychometrica, **4**, 1 (1939).
- 35) 岡島達雄, 堀越哲美, 呉 健丹, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (1990).