タイルの大きさ, 形状などを要因としたずれ感覚を表示する 物理量の設定

視覚的観点からみたタイル壁面の仕上げ精度の評価方法に関する研究 (その2)

ESTABLISHMENT OF QUANTITATIVE VALUE CORRESPONDING TO HUMAN SENSE ON ACCURACY ON THE SUBJECTS OF VARIOUS SIZES AND FORMS OF TILES

Study on the method for evaluating accuracy of finishing of tiled walls
from a viewpoint of sense of sight (Part 2)

横山 裕*, 松原道彦**

Yutaka YOKOYAMA and Michihiko MATSUBARA

This paper presents the quantitative value corresponding to human sense on accuracy on the subjects of various sizes and forms of tiles. Firstly, the sensory scale relating to accuracy of finishing of the tiled walls employing the sensory test was constructed. On the other hand, the geometric measurement on accuracy of finishing of the tiled walls was carried out. Secondly, the quantitative value was established from the relationship between the result of the measurement and the sensory scale. The quantitative value is what developed from another quantitative value established in the former report on the subject of one tiled wall.

keywords: tiled wall, accuracy of finishing, sense of sight, size and form of tile,
human sense on accuracy, quantitative value

タイル壁面, 仕上げ精度, 視覚, タイルの大きさおよび形状, ずれ感覚, 物理量

1. 序論

本研究は、タイルのずれが目立つ、凹凸が大きく見苦しいなど、仕上げ精度の悪さが視覚的観点から問題となるタイル壁面の増加を防ぐために必要と考えられる、視覚的観点からみたタイル壁面の仕上げ精度の評価方法を提示することを、最終的な目的としている。

前報¹⁾では、基礎的段階として、表-1に示す1種類のタイル壁面を対象に種々の基礎的検討を行った経過、結果を報告した。具体的には、ずれの目立ちやすさの観点から代表的な観察位置を設定するとともに、壁面の中の1枚のタイルのずれに関する判断が壁面内のどの程度の範囲から得られる視覚情報によりなされているかを表す判断対象範囲を究明し、さらに壁面の仕上げ精度とタイルのずれの感覚上の大きさ(どの程度ずれているように見えるかを表すもので、以降“ずれ感覚”と記す)との関係を検討し、ずれ感覚を表示する物理量を設定した経過、結果を述べた。本報は、前報で対象とした壁面とタイルの大きさ、形状などが異なる壁面にも適用できる、

ずれ感覚を表示する物理量を設定した経過、結果を述べるものである。

なお、本研究の背景、意義および関連する既往の研究などは前報で述べている。また、本報の一部の概要は日本建築学会大会に報告している³⁾。

2. 本研究の目的, 範囲

本研究では、1種類のタイル壁面を対象とした前報の結果を参考に、新たにタイルの大きさ、形状などを要因として取り入れることにより、前報で対象とした壁面とタイルの大きさ、形状などが異なる壁面にも適用できる

表-1 前報で対象としたタイル壁面の概要

タイル各辺の長さ	縦45×横95mm
目地幅	5mm
タイルの色	白
目地の色	灰色
目地の入り方	茅目地

色名は一般色名²⁾による

* 名古屋工業大学工学部社会開発工学科
助教授・工博

** 名古屋工業大学 大学院生

Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Faculty of Eng.,
Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
Graduate Student, Nagoya Institute of Technology

ずれ感覚を表示する物理量を設定することを目的とする。

本研究で設定する物理量は、仕上げ精度の評価方法の提示に必要な、種々のタイル壁面に適用できるずれの目立ちやすさを表示する物理量設定のための基礎資料となるものである。すなわち本研究で設定する物理量に、ずれの目立ちやすさに影響すると思われるタイル、目地の色や目地の入り方などの要因を加味することにより、タイル、目地の色や目地の入り方などのいかにかわらず適用できるずれの目立ちやすさを表示する物理量が設定できるものと思われる。なお、ずれの目立ちやすさを表示する物理量については、次報以降で報告する予定である。

本研究で対象とするずれ感覚は、前報で述べたと同様の理由から、タイル壁面全体に対するずれ感覚（壁面全体としてどの程度ずれているように見えるか）ではなく、壁面の中の指定した1枚のタイル（以降“判断対象タイル”と記す）に対するずれ感覚とする。

また照度、光源位置などの照明条件も、前報と同様、外壁として一般的な条件とする。すなわち照度は屋外屋間における一般的な範囲である5,000～20,000lxとし、各タイル表面の輝度に有意な差はなく、かつ光源からの反射光が直接観察位置に達しない条件とする。なおタイル表面の輝度の差により認識されるずれに関する検討は、今後の課題とする。

さらに本研究では、仕上げ精度の許容範囲の提案、ずれや凹凸などが目立ちにくいタイル壁面の開発および高い仕上げ精度が確保できる新たな工法の開発などは、範囲外とする。

3. 本研究の手順および研究方法

タイルに対するずれ感覚は観察位置により変化することが容易に予想されるが、視覚的観点からみた仕上げ精度の評価方法提示を目的とした本研究では、はじめにずれの目立ちやすさの観点から代表的ないくつかの観察位置を設定し、設定した位置から観察した場合のずれ感覚を対象に研究を進めるのが妥当といえる¹⁾。

一方、表-1に示したタイル壁面を対象とした前報では、ずれが最も目立つ観察位置に関する官能検査結果より、ずれの目立ちやすさの観点から代表的な観察位置（観察角度および観察距離）を図-1に示すごとく設定している。このうち観察角度は、我々が日常種々のタイル壁面を観察する際に経験的に得ている知見と大きく異なるものではなく、タイルの大きさ、形状などにより大きく変化するとは考えにくいことから¹⁾、本研究でははじめに観察距離について再検討し、つぎにずれ感覚を表示する物理量について検討することとした。

以下に本研究の手順および研究方法を示す。

1) いくつかの実在建築物のタイル壁面からタイルの大

図-1 前報で設定した観察位置

きさ、形状などが異なる種々の壁面を選定するとともに、壁面を観察する際の距離を自由に移動できるようにし、官能検査手法を適用して判断対象タイルのずれの目立ちやすさと観察距離の関係を考察する。

- 2) 実在するタイルの大きさ、形状などの範囲を参考に、タイル壁面の種類と判断対象タイルのずれの程度の組合せからなる数十体の試料壁面を製作する。
- 3) 2) で製作した試料壁面を用い、官能検査手法および尺度構成理論を適用してずれ感覚に関する心理学的尺度を構成する。その際の観察距離は、1) の結果より設定する。
- 4) 2) で製作した試料壁面の仕上げ精度を測定する。
- 5) 3) で構成した心理学的尺度と4) で測定した仕上げ精度との関係を種々検討し、ずれ感覚を表示する物理量を設定する。

4. 観察距離とずれの目立ちやすさの関係の考察

4.1 本節の目的

本節の目的は、種々のタイル壁面を対象に壁面を観察する際の距離とずれの目立ちやすさとの関係を考察し、ずれ感覚に関する官能検査の際の観察距離を設定するための基礎資料を得ることにある。

4.2 ずれが最も目立つ観察距離に関する官能検査

4.2.1 官能検査概要

4.2.1.1 検査方法

本検査では、観察距離を自由に变化させられる条件で検査員に判断対象タイルのずれが最も目立つ距離を尋ね、回答を求めることとした。観察角度は前報で設定したずれの目立ちやすさの観点から代表的な90°および30°（いずれも図-1参照）とし、それぞれの角度ごとに判断対象タイルのずれが最も目立つ観察距離を求めることとした。

4.2.1.2 検査試料

いくつかの実在建築物のタイル壁面から検査試料としてタイルの大きさ、形状などが異なる11種類の壁面No.1～11を選定し、各壁面からずれが最も目立つと思われるタイルを判断対象タイルとして選定した。選定した壁面の概要を表-2に示す。壁面No.1～11の選定にあたっては、実在するタイルの大きさ、形状などの範囲をできるだけ包含する試料群とすること、2. で述べた照明条件が満足された壁面であること、検査の際に十分な観察距離が確保できる壁面であること、検査員の移動をとまなう検査であるので試料数をできるだけ少なくすることなどに留意した。

なおタイル、目地の色は観察距離に関する判断に大きく影響しないと想定されたことから、本検査では種々の色の壁面を検査試料として選定し、検査結果に基づいてタイル、目地の色によりずれが最も目立つ観察距離が大きく変化しないことを確認することとした。また目地の入り方も観察距離に関する判断に大きく影響しないと想定されたが、試料数の制約から、本検査では比較的使用頻度が高かつずれが目立ちやすいと思われる芋目地に統一することとした。

4.2.1.3 検査員

検査員として、健康な成人男子6名（年齢21～31歳、視力1.0～1.5）を選定した。

4.2.2 官能検査経過、結果

4.2.1で述べた条件の他に、あくまでも判断対象タイル1枚のずれにのみ着目すること、疲れたらいつでも自由に休めることなどを条件に加え、官能検査を実施した。検査員1名が1つの壁面に対する判断に要した時間は、おおむね1分であった。

官能検査結果を図-2に示す。図は各壁面ごとに各検査員がずれが最も目立つと回答した観察距離を示したものであり、図中の記号は観察角度により分類したものである。なお横軸は、タイル1枚の面積が小さい順に壁面No.1～11を示したものである。

表-2 壁面No.1～11の概要

壁面 No.	タイル各辺の長さ 縦×横 (mm)	目地幅 (mm)	タイルの色	目地の色	目地の 入り方
1	45×45	5	茶色	白	芋目地
2	45×95	5	白	黒	
3	60×108	10	明るい灰色	灰色	
4	45×145	5	明るい灰色	灰色	
5	60×227	8	白	黒	
6	95×45	5	青	白	
7	95×95	5	灰色	黒	
8	140×140	10	白	黒	
9	193×93	7	白	灰色	
10	227×60	8	クリーム色	灰色	
11	300×300	3	ねずみ色	黒	

色名は一般色名または慣用色名²⁾による

4.3 観察距離とずれの目立ちやすさの関係の考察

図-2から以下の事項が考察できる。

- ・比較的大きなタイルからなる壁面No.11では、回答のあった観察距離の下限が他よりやや大きくなる傾向がうかがえる。これは検査員が壁面観察時に他の壁面より大きな範囲を視界に入れる必要があったためと思われる。
- ・壁面No.11以外では、ずれが最も目立つ観察距離はおおむね1～5mに分布しており、分布の中心はいずれの壁面でも1～3mである。このことから、ずれが最も目立つ観察距離の範囲は1～3mでありタイルの大きさ、形状などによりほとんど変化しないこと、1～3mの範囲ではずれの目立ちやすさは観察距離により大きく変化しないことがわかる。なお壁面No.11のずれが最も目立つ観察距離の範囲は、2～3mとみなせる。
- ・ずれが最も目立つ観察距離の範囲は、観察角度により大きく変化しない。
- ・4.2.1.2で想定した通り、ずれが最も目立つ観察距離の範囲はタイル、目地の色により大きく変化しないことが確認できる。

以上を総括すると、タイルのずれを判断するには周囲のタイルを自然に視界に入れることができるだけの観察距離を確保する必要があること、この距離が確保されている場合、ずれが最も目立つ観察距離の範囲はタイルの大きさ、形状などによらず1～3mでありタイル、目地の色および観察角度により大きく変化しないこと、1～3mの範囲ではずれの目立ちやすさは観察距離によりほとんど変化しないことが、明らかになったといえる。なお前報で設定したずれの目立ちやすさの観点から代表的な観察距離は1.5mであり、本研究で求めたずれが最も目立つ観察距離の範囲に含まれることを付け加える。

5. ずれ感覚を表示する物理量の設定

5.1 本節の目的

本節の目的は、壁面の仕上げ精度とずれ感覚との関係

図-2 観察距離に関する官能検査結果

表-3 試料壁面の概要

	タイル各辺の長さ 縦×横 (mm)	目地幅 (mm)	タイルの 色	目地の 色	目地の 入り方	施工タイル枚数 縦×横(枚)	タイル製 試料数(体)	紙製 試料数(体)
A	45×45	5	白	黒	芋目地	5×5	1	8
B	45×95	5				5×3	1	8
C	45×95	10				5×3	0	8
D	60×227	8				7×3	1	8
E	227×60	8				3×7	1	8
F	196×196	6				3×3	1	8

色名は一般色名²⁾による

を考察し、ずれ感覚を表示する物理量を設定することにある。

5.2 試料壁面の製作

ずれ感覚を表示する物理量設定のための試料壁面として、A～Fの6種類のタイル壁面と、壁面中の判断対象タイルのずれの程度8～9段階との組合せからなる53体の試料壁面を製作した。表-3に試料壁面の概要を示す。タイル壁面A～Fの選定にあたっては、比較的使用頻度が高い実在タイルの大きさ、形状などの範囲を包含する試料群とすること、目地幅がずれ感覚におよぼす影響について検討できる試料群とすることなどに留意した。ここで壁面Bのタイルの大きさ、形状などは、前報で対象としたタイル壁面と同一である。一方判断対象タイルのずれの程度8～9段階の設定にあたっては、タイル壁面ごとにずれが非常に小さいものから非常に大きいものまでを包含する試料群とすることに留意した。

タイル壁面ごとの試料数は表-3に示す通りである。本研究では、試料壁面製作時の労力軽減の観点から、表-3に示す通り、53体の試料壁面のうち5体をタイル、目地材を用いて製作することとし（以降“タイル製”と記す）、48体は紙製とすることとした。これは、試料壁面から得られる視覚刺激とずれ感覚との関係が求められれば、試料壁面がどのような材料で製作されたものであっても本研究の目的は達成されることによる。なお同等の視覚刺激が得られるタイル製試料と紙製試料から同等のずれ感覚が得られるかどうかの確認は、製作した試料壁面を用いてずれ感覚を表示する物理量が設定された段階で、タイル製試料と紙製試料の結果を比較することなどにより行うこととした。

また試料壁面のタイル、目地の色および目地の入り方は、白、黒および芋目地に統一することとした。これは、判断対象タイルのずれ感覚上の相対的序列はタイル、目地の色および目地の入り方などのずれの目立ちやすさに影響すると思われる要因が本研究と異なる条件に統一された場合でも大きく変化しないと想定されたこと、ずれ感覚に関する判断を精度よく求めるためには試料壁面は比較的ずれが目立ちやすいと思われる条件（タイル、目地ともに無彩色でかつ色の差が大きく、縦、横目地とも

表-4 ずれ感覚に関する官能検査概要

構成する尺度	ずれ感覚尺度
検査手法	系列範ちゅう法
判断範ちゅう	判断対象タイルがどの程度ずれているように見えますか。 ①非常にずれている。 ②…………… ③かなりずれている。 ④…………… ⑤ややずれている。 ⑥…………… ⑦ずれていない。
検査員	成人男女10名(20～22歳, 視力0.8～1.5)
検査試料	表-3に示す53体の試料壁面
観察位置	観察角度90°および30° 観察距離1～3mの範囲で検査員の自由 ただし判断対象タイルの周囲のタイルが自然に観察できる距離を保つよう検査員に教示

に連続)に統一するのが有利であると想定されたことによる。

さらに1体の試料壁面に施工するタイルの枚数は、前報で究明した判断対象範囲が判断対象タイルに周囲8枚を加えた3×3=9枚のタイルの範囲であることから、基本的に3×3=9枚とした。ただし、ずれに関する判断の際9枚の範囲外のタイルが自然に視界に入りやすいと思われる比較的小さいタイルからなる壁面や辺長比の大きいタイルからなる壁面の短辺方向に関しては、9枚のタイルの範囲外から得られる視覚情報がずれに関する判断に大きく影響しないことを確認する目的で、表-3に示す通り施工するタイルの枚数を適宜追加した。

以上の条件にしたがって、所定のタイル、目地材または紙を900×900mmの合板に施工し試料壁面とした。

5.3 ずれ感覚に関する官能検査および心理学的尺度の構成

5.3.1 官能検査概要

官能検査の概要を表-4に示した。以下におもな事項について説明を加える。

5.3.1.1 構成する尺度および尺度構成手法

構成する尺度は、判断対象タイルがどの程度ずれているように見えるかを表す尺度（以降“ずれ感覚尺度”と記す）とし、尺度構成手法は系列範ちゅう法⁴⁾とした。

判断範ちゅうは表-4に示す通りである。

5.3.1.2 検査試料

5.2で製作した53体の試料壁面を検査試料とした。

5.3.1.3 観察位置

観察角度は、3. で述べた理由から90°および30°の2種類とした。

また観察距離は、4.3で求めたずれが最も目立つ観察距離の範囲内とすることとした。具体的には、判断対象タイルの周囲のタイルを自然に視界に入れることができる距離を確保するよう検査員に教示したうえで、1～3mの範囲で検査員の自由とした。

5.3.1.4 検査員

検査員として、健康な成人男女10名（年齢20～22歳、視力0.8～1.5）を選定した。

5.3.2 官能検査経過、結果および心理学的尺度の構成

5.3.1で述べた条件の他に、ずれの目立ちやすさなどではなくあくまでも判断対象タイルがどの程度ずれているように見えるかにのみ着目すること、疲れたらいつでも自由に休めることなどを条件に加え、官能検査を実施し基礎データを得た。

検査は、外部からの光が遮断された検査室に2. で述べた条件を満足させられる照明器具を設置し、タイル製試料と紙製試料でタイル、目地の色などに有意な差がないことを輝度、色度の測定結果および目視により確認したうえで行った。なお検査員1名が1つの検査試料に対する判断に要した時間は、おおむね1分であった。

官能検査の結果得られた基礎データの分散分析結果を表-5に示す。主効果の分散比が高度に有意でありかつ寄与率も大きいことから、検査試料の刺激に十分な差があること、本検査自体が有効であることがわかる。また個人差の分散比も有意となっているが、分散比、寄与率ともに主効果の分散比、寄与率と比較して小さいことから、構成される尺度は個人差が内包されるものの十分有効とみなすことができる。

以上から、官能検査の結果得られた基礎データを用い、尺度構成理論⁴⁾にしたがってずれ感覚尺度を構成した。

5.4 仕上げ精度の測定

5.2で製作した試料壁面の仕上げ精度を測定するための装置を製作した。装置の概要を図-3に示す。

本装置は、測定対象とする試料壁面に取り付けた固定フレーム上に上下移動フレームを載せ、さらに上下移動フレーム上に左右移動フレームを載せたもので、2つの

移動フレームを適宜スライドさせて左右移動フレームに取り付けたダイヤルゲージの針の先端を壁面上の所定の測定点に合わせるにより、相対的位置を測定するものである。測定点の相対的位置は、x座標（水平かつ試料壁面と平行な方向の座標）、y座標（鉛直かつ試料壁面と平行な方向の座標）、z座標（水平かつ試料壁面と直交する方向の座標）を用いて表示する。試料壁面と各座標の方向との関係を図-4に示す。本装置では、x座標は上下、左右各移動フレーム上に両者が水平になるよう設けられた2つの測定基準点（図-3参照）間の距離を、y座標は固定フレームと上下移動フレーム上に両者が鉛直になるよう設けられた2つの測定基準点（図-3参照）間の距離を、それぞれのぎすで測定することにより得ることができる。またz座標はダイヤルゲージより得ることができる。

本装置を用い、5.2で製作した試料壁面を構成する各タ

図-3 仕上げ精度測定装置の概要

図-4 試料壁面、視線と座標の方向の関係

表-5 分散分析結果

	分散比	寄与率
主効果	74.0116 [※]	86.51%
個人差	16.1263 [※]	1.54%

※:危険率1%以内で有意

イルのうち、とりあえず前報で究明した判断対象範囲内の9枚のタイルの四隅の相対的位置を測定した。なお凹凸を有しない紙製試料のz座標はいずれも同一である。

5.5 ずれ感覚を表示する物理量の設定

5.3.2で構成したずれ感覚尺度と5.4で測定した仕上げ精度との関係から、ずれ感覚を表示する物理量について以下のように検討した。

[I] 観察角度90°の場合

観察角度90°の場合、前報と同様、観察位置と判断対象タイルとを結ぶ直線（以降“視線”と記す）と平行なz方向の凹凸はずれ感覚にほとんど影響しないとみなし、凹凸を有するタイル製試料の場合も含め、視線と直交するx-y座標平面上から物理量を設定することとした。

下式に前報で設定したずれ感覚を表示する物理量を示す。

$$\{dx, dy, \alpha \times \theta\}_{\max} \text{ (単位mm, } \alpha = 1 \text{ mm/}^\circ \text{)}$$

ここで dx , dy は、判断対象タイル各隅での横、縦方向の目地幅の変化量を表す。また θ は、判断対象タイル周囲のタイル各辺のうち判断対象タイルに隣接する辺と判断対象タイル各辺との相対角度を表す。図-5に例として、判断対象タイル左下隅の dx , dy および上辺の θ の概要を示す。さらに上式の $\{\}_{\max}$ なる記号は、 $\{\}$ 内に示した $dx, dy, \alpha \times \theta$ 各4個づつ計12個の中の最大値を表すものである。

上式は、判断対象範囲の仕上げ精度の測定結果から求められる dx , dy 計8個の中の最大値 $\{dx, dy\}_{\max}$ と、 θ 4個の最大値 $\theta_{\max}$ に係数 α を乗じた $\alpha \times \theta_{\max}$ のうち

図-5 dx, dy, θ, dJx, dJy の概要

どちらか大きい方の値を与えるもので、判断対象タイルのずれは隅部での目地幅の変化量または辺部の相対角度により認知されること、判断対象タイルに対するずれ感覚には隅部での目地幅の変化量の最大値または辺部の相対角度の最大値のうちいずれか一方が支配的に寄与していることを示唆している。

本研究では、はじめに上式で示される物理量とずれ感覚尺度との関係を検討した結果、 $\theta_{\max}$ で物理量が決定する試料壁面の一部が対応から外れることが判明した。すなわちタイルの大きさ、形状などを要因として取り入れた結果、辺部に起因するずれ感覚には θ だけでなく各辺の長さも影響していることが考察された。そこで、隣接する2辺のなす角度と辺の長さの2つの要因を考慮することとし、種々検討した結果、各辺の両端での目地幅の変化量 dJx , dJy （図-5参照）が、辺部に起因するずれ感覚と密接な関係があることが想定された。

さらにタイルの大きさ、形状が同一で目地幅が異なるタイル壁面BとC（表-3参照）の比較から、いくつかの試料壁面で目地幅の変化量が同程度でもずれ感覚が異なることが考察された。すなわちずれ感覚には、目地幅の変化の絶対量だけでなく、周囲から想定される平均的な目地幅に対する変化量の割合も大きく寄与していることがうかがえた。ここで、周囲から想定される平均的な目地幅は壁面本来の目地幅と大きな差はないと想定されることから、簡便さを考慮し、目地幅の変化の絶対量と壁面本来の縦、横目地幅 Jx , Jy に対する変化量の割合からなる物理量を設定することとした。種々検討の結果、隅部での目地幅の変化に起因するずれ感覚を表示する物理量として

$$C_{\max} = \{dx \times dx / Jx, dy \times dy / Jy\}_{\max}$$

を、また辺部での目地幅の変化に起因するずれ感覚を表示する物理量として

$$S_{\max} = \{dJx \times dJx / Jx, dJy \times dJy / Jy\}_{\max}$$

を設定した。

図-6に $C_{\max}$ と $S_{\max}$ の関係を示す。図中●は官能検査の検査員の意見および筆者らの判断などから、判断対象タイルに対するずれ感覚に隅部での目地幅の変化が大きく寄与していると思われた試料壁面であることを、○は辺部での目地幅の変化が大きく寄与していると思われた試料壁面であることを、△はどちらともいえない試料壁面であることを表す。なお●, ○, △の区分にタイルの大きさ、形状および目地幅による法則性は見られなかった。

図よりタイル壁面の種類にかかわらず、●と○との間に図中一点鎖線で示した共通の境界線 $C_{\max} = S_{\max}$ が得られることがわかる。すなわち $C_{\max} \geq S_{\max}$ の試料壁面では $C_{\max}$ 、 $C_{\max} < S_{\max}$ の試料壁面では $S_{\max}$ がずれ感覚に支配的に寄与しており、ずれ感覚を表示する物理量

図-6 CmaxとSmaxの関係

として $C_{\max} \geq S_{\max}$ の場合 $C_{\max}$ 、 $C_{\max} < S_{\max}$ の場合 $S_{\max}$ が妥当である可能性が高いことがわかる。

以上より、ずれ感覚を表示する物理量として

$$R_{\max} = \{dx \times dx / J_x, dy \times dy / J_y, \\ dJ_x \times dJ_x / J_x, dJ_y \times dJ_y / J_y\}_{\max}$$

を提案し、妥当性を検討することとした。

図-7の左側に観察角度90°の場合のずれ感覚尺度と $R_{\max}$ の関係を示す。図中の●は紙製試料、○はタイル製試料を示し、①～⑦の破線は表-4に示した判断範ちゅうのずれ感覚尺度上の位置を表すものである。両者はなめらかに対応しており、図中点線で示す対応の中心傾向を表す曲線（以降“対応曲線”と記す）が容易に得られることより、 $R_{\max}$ がずれ感覚を表示する物理量として妥当であることがわかる。

[II] 観察角度30°の場合

観察角度30°の場合も、前報と同様、視線と直交する座標平面上から物理量を設定することとした。すなわち水平かつ試料壁面とのなす角が60°（=90°-30°）の方向の x' 座標（図-4参照）を x 、 z 座標を合成することにより求めたうえで、 $x'-y$ 座標平面上から物理量を設定することとした。具体的には、各測定点の x 、 z 座標を

$$x' = x \sin 30^\circ + z \cos 30^\circ$$

に代入することにより x' 座標を求めたうえで、[I]で $x-y$ 座標平面上から dx 、 dy 、 dJ_x 、 dJ_y を求めたのと同様の手順にしたがって $x'-y$ 座標平面上から dx' 、 dy 、 $dJ_{x'}$ 、 dJ_y を求め、さらに

$$R_{\max} = \{dx' \times dx' / J_{x'}, dy \times dy / J_y, \\ dJ_{x'} \times dJ_{x'} / J_{x'}, dJ_y \times dJ_y / J_y\}_{\max}$$

をずれ感覚を表示する物理量として提案し、妥当性を検討することとした。したがって観察角度30°の場合、タイル製試料の z 方向の凹凸は x' 方向のずれと視線と平行な

図-7 ずれ感覚尺度と $R_{\max}$ の関係

方向の凹凸とに分解され、このうち x' 方向のずれが $R_{\max}$ に影響することとなる。

図-7の右側に観察角度30°の場合のずれ感覚尺度と $R_{\max}$ の関係を示す。図中の記号および①～⑦の破線の意味は観察角度90°の場合と同様である。[I]で述べたと同様の理由から、 $R_{\max}$ がずれ感覚を表示する物理量として妥当であることがわかる。

[I]、[II]より、ずれ感覚を表示する物理量 $R_{\max}$ が設定できたといえる。なお図-7において、ずれ感覚尺度と $R_{\max}$ の関係を表す対応曲線が観察角度90°と30°ではほぼ等しいことから、ずれ感覚と $R_{\max}$ の関係は観察角度により大きく変化しないこと、本研究で対象としなかった角度から観察する場合のずれ感覚も同様の方法で視線と直交する座標平面上から求められる $R_{\max}$ で表示可能であることがわかる。

以上であるが、9枚以上のタイルを施工した試料壁面でも前報で究明した判断対象範囲内の9枚のタイルの仕上げ精度の測定結果よりずれ感覚を表示する妥当な物理量が設定できたことから、比較的小さいタイルからなる壁面や辺長比の大きいタイルからなる壁面の短辺方向に関しても、判断対象タイルのずれに関する判断が9枚のタイルの範囲から得られる視覚情報によりなされていることが確認できたといえる。

さらに図-7から、○で示したタイル製試料と●で示した紙製試料が同一の曲線に対応していることがわかる。このことと、前報および本報において凹凸を有するタイル製試料の場合でも視線と直交する座標平面上から求められる物理量でずれ感覚を表示できたこと、すなわち紙製試料では具現できない凹凸による視線と平行な方向の座標の細かい変化はずれ感覚に大きく影響しないとみなせることから、同等の視覚刺激が得られるタイル製試料と紙製試料からは同等のずれ感覚が得られるとみなしても大きな間違いとはならないことが確認できると

もに、今後同種の刺激を対象とする研究においてタイル製試料を紙製試料で置き換えることの妥当性が示唆されたものといえる。

6. 結論

1 種類のタイル壁面を対象とした前報の結果を参考に、新たにタイルの大きさ、形状などを要因として取り入れた本研究の結論をまとめると、以下の通りである。

- ・壁面を観察する際の距離とずれの目立ちやすさとの関係を考察し、ずれが最も目立つ観察距離の範囲を求めた。
- ・壁面の仕上げ精度とずれ感覚との関係を考察し、判断対象タイルに対するずれ感覚にはタイル隅部での目地幅の変化量の最大値または辺部での目地幅の変化量の最大値のうちいずれか一方が支配的に寄与していること、ずれ感覚には目地幅の変化の絶対量だけでなく目地幅に対する変化量の割合も大きく寄与していることを明らかにするとともに、ずれ感覚を表示する物理量 R_{max} を設定した。

以上、前報で対象とした壁面とタイルの大きさ、形状などが異なる壁面にも適用できるずれ感覚を表示する物理量を設定した経過、結果を述べた。本研究結果は、種々のタイル壁面に適用できるずれの目立ちやすさを表示する物理量の設定、さらには視覚的観点からみたタイル

壁面の仕上げ精度の評価方法の提示のための基礎資料として、有効と考える。

謝辞

本研究のテーマ、研究方法の設定などにあたり種々御指導いただいた小野英哲先生（東京工業大学教授・工博）に厚く御礼申し上げます。また本研究に対し有益な御助言をいただくとともにタイル、目地材などを御提供いただいた(株) I N A X の関係各位、ならびに官能検査などに協力いただいた皆様に謝意を表します。

参考文献

- 1) 横山 裕：1 種類のタイル壁面を対象としたずれ感覚を表示する物理量の設定 視覚的観点からみたタイル壁面の仕上げ精度の評価方法に関する研究（その1），日本建築学会構造系論文報告集，第454号，pp. 1～8，1993年12月
- 2) 日本色彩学会：新編色彩科学ハンドブック，1985年9月
- 3) 松原道彦，横山 裕：視覚的観点からみたタイル壁面の仕上げ精度の評価方法に関する研究 タイルの大きさ，形状などの要因を対象としたずれ感覚を表示する物理量の設定，日本建築学会大会学術講演梗概集A，pp. 1335～1336，1994年9月
- 4) J. P. Guilford 著，秋重義治監訳：精神測定法，培風館，1969年

（1994年10月10日原稿受理，1995年2月22日採用決定）