

各種視覚的要因の影響程度の比較

事故防止の観点より見た階段各段の視認性に関する研究(2)

COMPARISON OF EXPERIMENTALLY GRASPED EFFECT
DATA OF VISIBILITY FACTORSStudy on visibility of steps for stair users to
avoid stair accident (2)

布田 健*, 直井英雄**

Ken NUNOTA and Hideo NAOI

Visibility of steps for stair users is one of important factors which affect the rate of stair accident. In former paper, we reported experimental results about each effect of several important factors on the visibility. But, we could compare those effect data only within the same factor items. In this paper, we made an experiment to grasp effect data of different factor items, and analyzed the data by quantification of first method. Also, we analyzed the data in former paper by the same method. As the result, we became to be able to compare all effect data we grasped.

Keywords: stairs, visibility (visual perceptivity), fall on stairs, building related accident, quantification of first method

階段, 視認性, 転落事故, 日常災害, 数量化1類

1. はじめに

1. 1 本研究の目的

本研究は、階段事故を左右する要因の中の視覚的要因に着目し、これを実験により明らかにしようとするものである。前報¹⁾では、階段の視認性²⁾に影響を及ぼすと考えられる主要な要因として、段仕上げの目地パターン、段仕上げの柄パターン、段鼻の形状、段表面の明度および照度の4つの要因を採り上げ、それぞれ視覚的な判定実験を行い、その影響の程度を定量化して比較できるようにした。ただし、それは同種の要因項目内での比較であり、異種の要因の影響程度の比較はできていなかった。本報では、この続報として、異種の要因も含めたすべての要因の影響程度を相互に比較できるようにすることを目的とする。

1. 2 本研究の概要

本研究では、上記の目的に対し、以下の2種の研究を行った³⁾。

1つめは、異種の視覚的要因の影響程度比較のため

の実験である。前報で採り上げた、階段の視認性に影響を及ぼすと考えられる要因項目の中から、それぞれ代表的な要因項目を組み合わせたモデル階段を作成し、前報と同様の実験を行った。代表的な要因項目に限定したのは、実験実施上の限界からである。なお、事故は階段を降りるときの方が大怪我につながり易いため、本実験でも、前報における実験と同様、階段を上から見た場合（階段を降りる直前）を実験の対象としたが、参考のために、階段上昇時も採り上げた。このそれぞれの結果は、数量化1類⁴⁾により分析した。

2つめは、前報実験データの数量化1類による再分析である。この再分析結果は、上記の分析結果と直接比較できるものではないが、同種のデータであり、将来は一元的なデータとして統合できる可能性がある。仮にそのような統合ができたとなると、これまで扱ったすべての要因の影響程度についての一元的なデータが得られることになるから、これを用

* 東京理科大学工学部建築学科 大学院生・工修

Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Science Univ. of Tokyo, M. Eng.

** 東京理科大学工学部建築学科 教授・工博

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Science Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

いて、現実の階段を視認性の観点から定量的に評価する道が拓かれることになる。この検討については次報で扱うつもりである。

2. 異種の視覚的要因の影響程度比較のための実験
2.1 実験概要

上記1. 2に述べた主旨に従って実験を行った。前報の記述とも若干重複するが、その概要を以下にまとめる。

(1) 実験装置

前報の実験同様、図1に示すような、段数3段の原寸大の階段を組立て、モデル化した段板を取り替えられるようにした。段数を3段としたのは、段板の境目を見分けるのに最低限必要な段数と考えたためである。また、階段の幅および蹴上げ・踏面の寸法は、特に階段の用途を限定せず、ごく一般の階段を想定して決めた。また階段上昇時を想定した実験は、蹴上げ部分も踏面部分と同様の構成とした。

なお、階段周囲には暗幕を下げ、照度の調整ができるようにした。照度は、本実験では、見やすい条件と見にくい条件の代表例として表1に示す2条件を設定した。

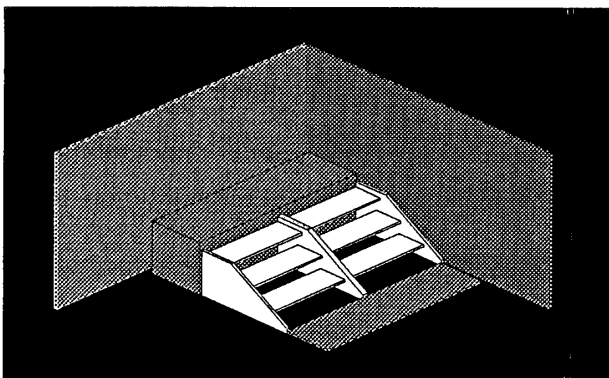


図1 実験で用いた階段

表1 照明条件

区分	明部分照度・暗部分照度・その差 (ルクス)
①見やすい条件の例	2.00-1.00-1.00
②見にくい条件の例	0.25-0.25-0.00

(2) 実験対象

表2、表3に実験対象としたモデル段板の種類を示す。段鼻の形状は丸面とし、その寸法を30mm, 10mm, 0mmの3種類とした。また、段表面の明度は、マンセル明度で、9.5, 4, 1の3段階⁵⁾、目地の形状は表に示す3種類とし、各明度ごとの仕上げ地の上に、黒の目地(目地幅2mm)で構成した。なお、実験の対象とするモデルの段板は、採り上げた要因以外の要因が入り込まないように注意して作成した。

以上述べた実験対象の種類および前述の照明条件を

組み合わせた本実験におけるすべての設定条件を一覧表にしたものが表4である。

表2 段鼻の形状


面の形状	面の寸法(mm)		
	30	10	0

表3 段仕上げの種類










区分	目地の形状(目地間隔)			
	斜め格子(100mm)	格子(50mm)	横(25mm)	
段表面の明度 (マンセル明度)	9.5			
	4			
	1			

表4 設定条件

区分	段鼻の形状																										
	30mm			10mm			0mm																				
	段表面の明度(マンセル明度)			段表面の明度(マンセル明度)			段表面の明度(マンセル明度)																				
	0.5	4	1	0.5	4	1	0.5	4	1																		
	目地の形状		目地の形状		目地の形状		目地の形状		目地の形状																		
	斜	横	斜	横	斜	横	斜	横	斜	横																	
見やすい条件	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
見にくい条件	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

(3) 被験者

下降時、上昇時の実験とも大学生8人を被験者とし、通常の階段使用時を想定して、眼鏡使用者には眼鏡を使用させた。下降時、上昇時の被験者は同一ではないが、集団として偏りのないものと判断した。なお、この視認性の問題については、当然のことながら高齢者や視覚障害者などへの配慮も重要であるが、本研究ではその問題についてはさらに先の課題としている。

(4) 実験方法

実験の具体的方法としては、2台の階段にモデルの段板を置き、被験者をそれぞれの階段の中央に交互に立たせ、各照明条件下で、段と段の境目の認識のしやすさを、一対比較法により視覚的に判断させた。見やすさの優劣は、見やすいものを1点、見にくいものを0点として被験者ごとに合計の得点を出した。

2.2 実験結果

図2は、表4の諸条件に関して行った階段下降時の実験結果を、その得点の高いもの順に並べ変えたものである。ここで、図中のドットは各被験者がそれぞれの条件ごとに下した評価の得点を示したものであり、右下がりの折れ線はその平均である。図3

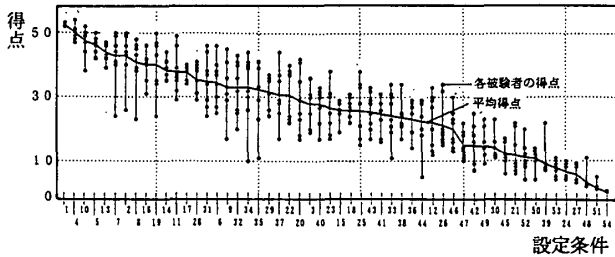


図2 各被験者の得点の分布および平均得点（下降時）

は、この実験結果のうち、被験者全体の平均得点に関して数量化1類を用いた分析を行い、グラフ化したものである。図4はその分析の際の理論値と実績値の関係⁶⁾を見たものである。図5は、同じ実験における各被験者の個人別データを数量化1類を用いて分析したものである。また、図6、図7は図4、図5同様に、階段上昇時の数量化1類による分析結果とその分析の際の理論値と実績値の関係である。

2. 3 考察

(1) 階段下降時の全被験者データについて

図3を、まず全体的に見ると、視覚的要因については、段鼻の形状、目地の形状、照明条件が見やすさに大きな影響を及ぼし、段表面の明度は影響が少

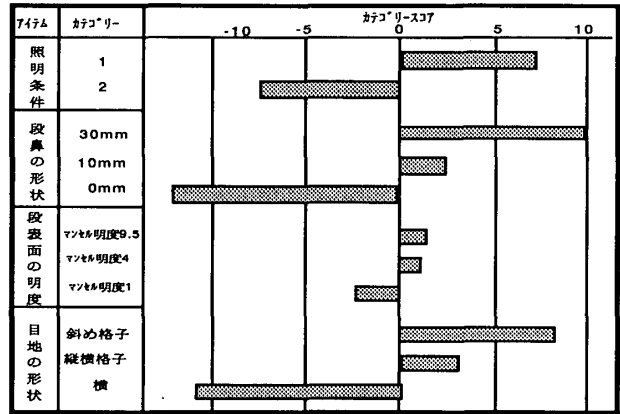


図3 被験者全体の数量化1類による分析結果（下降時）

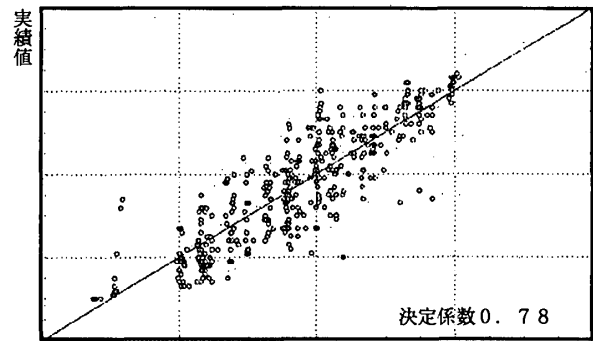


図4 図3の分析における理論値と実績値の相関グラフ 理論値

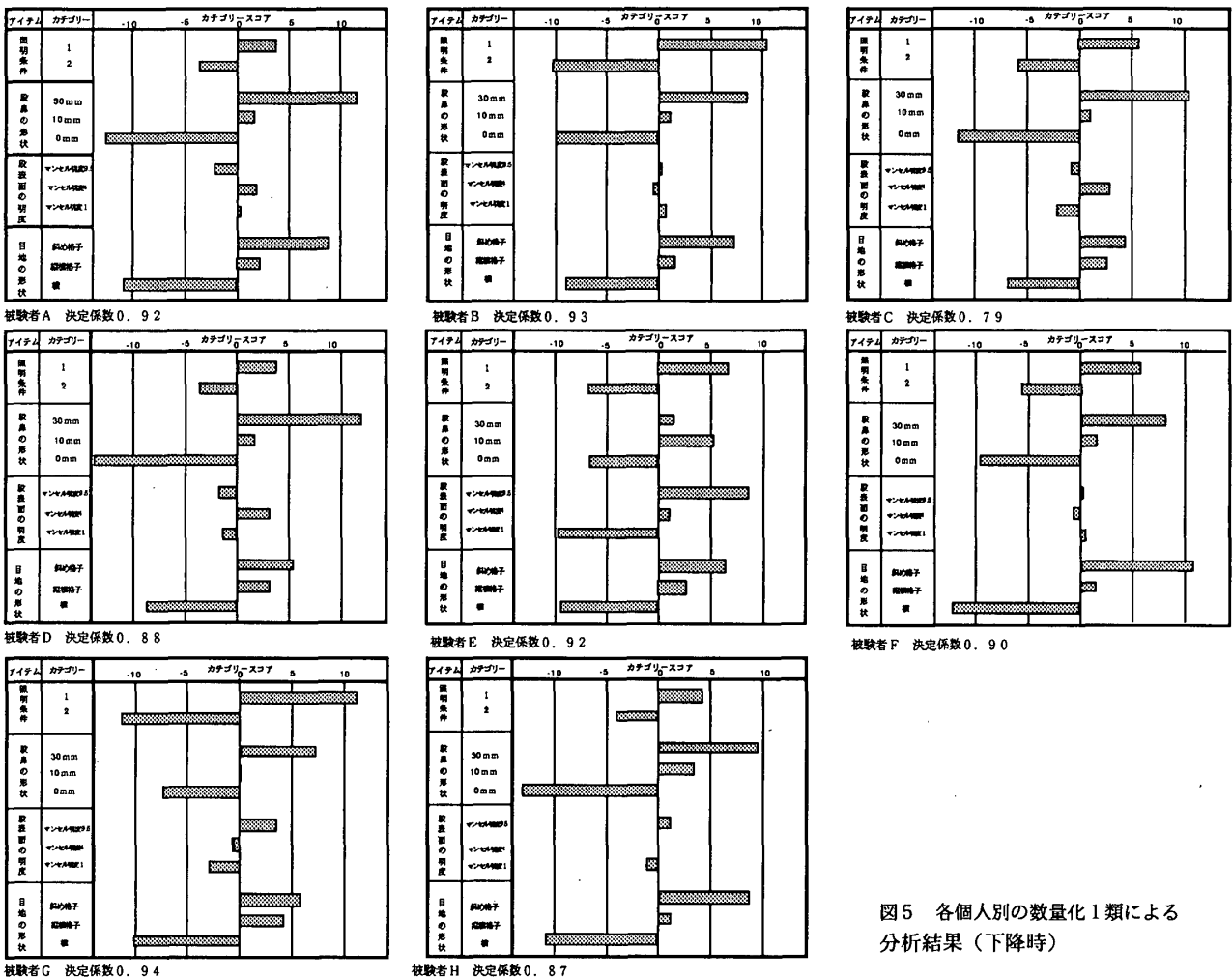


図5 各個人別の数量化1類による分析結果（下降時）

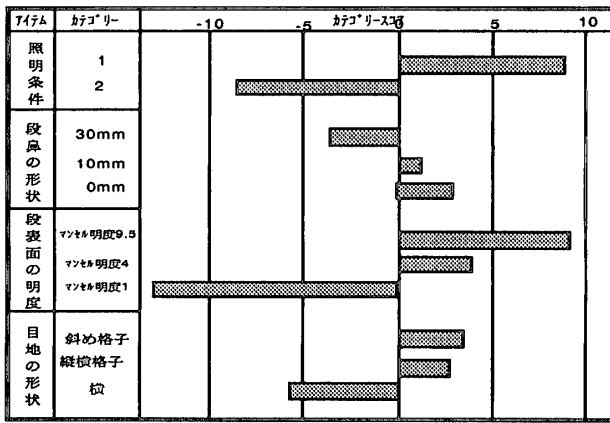


図6 被験者全体の数量化1類による分析結果（上昇時）

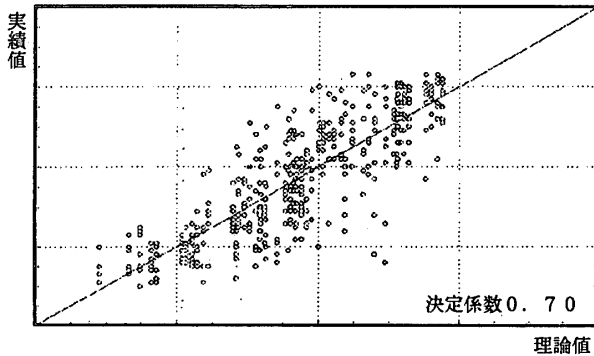


図7 図6の分析における理論値と実績値の相関グラフ

ないことがわかる。次に各項目ごとにもみると、まず、段鼻では面の寸法が大きくなるほど見やすくなる。ただし、面の寸法30mmという段板は、現実には使用するには問題があると思われる。目地の形状については斜め格子がもっとも見やすく、次いで、格子、横の順になり、照明に関しては明るくかつ明部分と暗部分の照度の差が大きいものの方が見やすい。段表面の明度に関しては、明るいものの方が見やすいという傾向は見られるが、その影響は小さい。なお、図4によれば決定係数は0.78と比較的高い値をとっており、上記の分析結果は実験の結果をかなりの程度説明しているものと受けとめることができる。

(2) 階段下降時の個人別データについて

図5を見ると、要因ごとの見やすさに及ぼす影響の大きさは、各個人の判断に若干の違いがある。ただし、図3で影響の大きかった照明条件、段鼻の形状、目地の形状については、被験者Eの段鼻の項を除き、傾向としては、各個人ともに図3と同様の判断をしているといえる。段表面の明度については影響が小さいと判断した被験者が多いが、大きいと判断した被験者もあり、また、個人により判断の逆転も見られる。

(3) 階段上昇時の全被験者データについて

図6を全体的に見ると、段表面の明度、照明条件が見やすさに大きな影響を及ぼし、それに比べると、段鼻の形状、目地の形状は影響が少ないことがわかる。次に、それぞれの項目を図3の階段下降時の場合

と比べてみると、照明条件は両者ほぼ同じだが、段表面の明度、目地の形状は傾向は同じであるものの、影響の程度は大きく違っており、段鼻の形状にいたっては影響の傾向が逆転している。ただし、図7の決定計数は0.70であり、下降時に比べれば若干説明力は弱い。なおこの研究は全体を通じて下降時を対象としているため、このような結果の違いは、特に問題となるものではないが、今後、上昇時を問題とする場面が生じた場合には、十分考慮する必要がある。

3. 前報実験データの数量化1類による再分析

3.1 再分析の概要

前報で報告した

- ①目地の形状
- ②段鼻の形状
- ③段表面の明度および照度

の3種の要因項目についての実験データを、数量化1類により再分析した。

3.2 再分析結果

(1) 目地の形状による影響

表5に前報の実験で対象とした目地の形状の種類を示す。目地のパターンは、縦、横、格子、斜め格子の4種類、目地間隔は、25mm, 50mm, 100mm, 200mmの4種類である。なお、横と格子の目地間隔の200mmは、目地のパターンが見えないため割愛している。

図8は、数量化1類により実験結果を再分析したものである。これを見ると、前報での報告と基本的な違いはないが、全体的傾向として、まず、目地のパターンのほうが目地間隔に比べて見やすさに及ぼす影響が大きいことが読みとれる。また、目地のパターンの中では横目地が他の3つのパターンに抜kindで見ていくと、斜め格子が最も見やすいこと、寸法別では、間隔の寸法が大きくなるに従って見やすくなるという傾向が数値化されている。

表5 目地の形状の種類

目地のパターン	目地間隔 (mm)			
	25	50	100	200
縦目地	○	○	○	○
横目地	○	○	○	—
格子目地	○	○	○	—
斜め格子目地	○	○	○	○

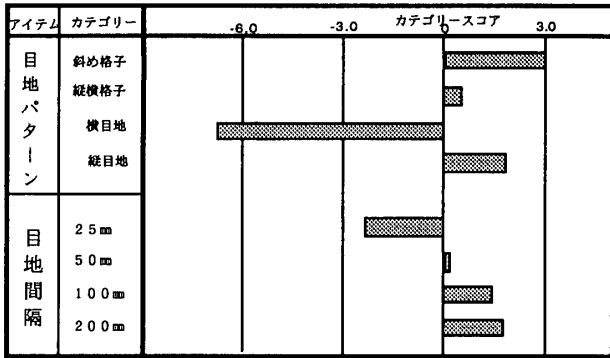


図8 目地の形状についての数量化1類による分析結果

(2) 段鼻の形状による影響

表6に前報実験における段鼻の形状を示す。面の形状は、平面の面と丸面の2種類、面の寸法は、0mm, 0.5mm, 1mm, 2mm, 5mm, 10mm, 15mm, 30mmの8種類である。なお、平面の面の0.5mmは、丸面の0.5mmと同じに見えるため割愛している。また、照明による照度の条件は、0.25ルクスと0.50ルクスの2種類である。

図9は、数量化1類により実験結果を再分析したものである。これを見ると、全体的傾向として、段鼻の面の寸法が見やすさに及ぼす影響が最も大きく、次いで

表6 段鼻の形状

面の形状	面の寸法 (CまたはR) _(mm)								
		0	1	2	5	10	15	30	
平面の面	0, 1, 2, 5, 10, 15, 30								
丸面	0, 0.5, 1, 2, 5, 10, 15, 30								

で照度の影響が大きく、面の形状はほとんど影響を及ぼさないことが読みとれる。このうち面の寸法に関しては、もちろん寸法が大きくなるに従って見やすくなり、照度に関しては明るい方が見やすいという結果であった。

(3) 段表面の明度および照度による影響

表7、表8に前報実験における段表面の明度および照度の種類を示す。段表面の明度は、マンセル明度で、9.5、9、7.5、4、1の5種類⁷⁾、段仕上げの視覚上の粗さは、10線、8線、6.6線の3種類である⁸⁾。照明による照度の条件は、明るい部分と暗い部分の組み合わせにより、24種類設定している。

図10を見ると、全体的傾向として、まず、明部分と暗部分の照度の差と、段表面の明度が、見やすさに大きな影響を及ぼし、明部分の照度と、段仕上げの視覚上の粗さは、見やすさに及ぼす影響は少ないことが読みとれる。また、項目別に見ると、明部分照度については、やや明るい方が見やすいという程度であった。照度差については、差が大きい方が見やすく、特に差のない場合は極端に見にくくなるのがわかる。明度についても同様で、明るいほど見やすいという結果であり、特にマンセル明度1

表7 段表面の明度および視覚上の粗さ

段表面の明度 (マンセル明度)	段仕上げの視覚上の粗さ		
	10線	8線	6.6線
9.5			
9			
7.5			
4			
1			

表8 段表面の照度

記号	明部照度	暗部照度	その差 (ルクス)	記号	明部照度	暗部照度	その差 (ルクス)
A	2.00	1.00	1.00	M	1.00	0.50	0.50
B	1.75	0.75	1.00	N	1.00	0.75	0.25
C	1.75	1.00	0.75	O	1.00	1.00	0.00
D	1.50	0.50	1.00	P	0.75	0.00	0.75
E	1.50	0.75	0.75	Q	0.75	0.25	0.50
F	1.50	1.00	0.50	R	0.75	0.50	0.25
G	1.25	0.25	1.00	S	0.75	0.75	0.00
H	1.25	0.50	0.75	T	0.50	0.00	0.50
I	1.25	0.75	0.50	U	0.50	0.50	0.00
J	1.25	1.00	0.25	V	0.50	0.00	0.50
K	1.00	0.00	1.00	W	0.25	0.00	0.25
L	1.00	0.25	0.75	X	0.25	0.25	0.00

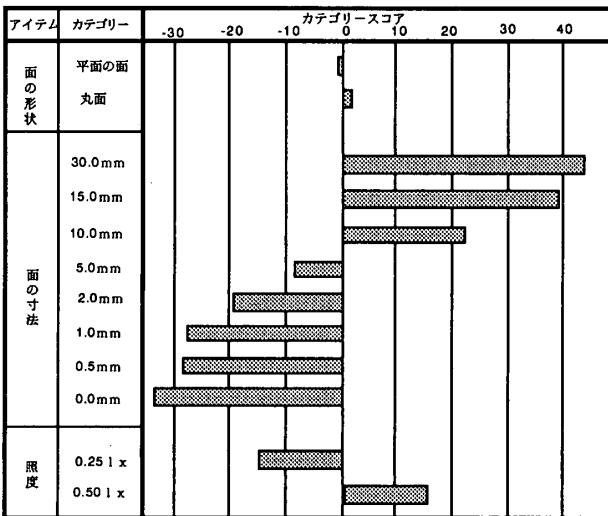


図9 段鼻の形状についての数量化1類による分析結果

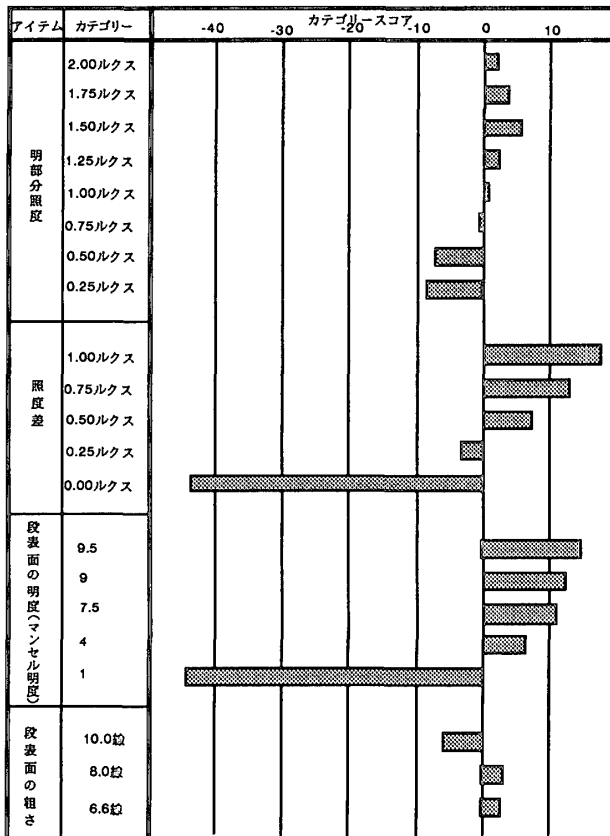


図10 段表面の明度と照度についての数量化1類による分析結果

(真っ黒)の時は、極端に見にくくなるのがわかる。段表面の視覚上の粗さについては、見やすさに及ぼす影響が少ないこともあり、特に特筆すべき傾向は見られない。

4. まとめと今後の課題

本研究により、階段の視認性に及ぼす各種視覚的要因の影響程度が同種の数値データとしてとらえられ、比較することが可能となった。次報では、さらにこれらのデータの一元化をはかり、現実の階段の評価手法の確立に向けて検討を加える予定である。なお本研究は、共同研究者としてあるいは被験者として多くの学生諸君の協力を得た。すべての諸君に深く謝意を表すものである。

注

1) 布田 健 直井英雄：視認性に影響を及ぼす各種要因に関する実験

事故防止の観点より見た階段各段の視認性に関する研究(1) 日本建築学会計画系論文報告集450号、1993、8

2) 上記1)の論文報告集1、1の中で、「視認性」とは「視覚的に認識できるという機能やその程度」と定義している。なお、意味のうでまぎれない場合は、「視認のしやすさ」あるいは単に「見やすさ」という表現を使う場合もある。

3) 本研究における2種の研究は、以下の報告をまとめたものである。布田健 直井英雄ほか：階段における段仕上げの目地パターンと段鼻の形状が段板の見やすさに及ぼす影響について 階段段板の視認のしやすさに関する実験結果の再分析(1) 日本インテリア学会研究発表梗概集、1991

布田健 直井英雄ほか：階段における段仕上げの明度、照度等が見やすさに及ぼす影響について 階段段板の視認のしやすさに関する実験結果の再分析(2) 日本インテリア学会研究発表梗概集、1991

布田健 直井英雄ほか：事故防止の観点よりみた階段各段の見やすさに関する実験研究 各種視覚的要因の影響程度の比較 日本建築学会学術講演梗概集、1992

布田健 直井英雄ほか：事故防止の観点よりみた階段各段の見やすさに関する実験研究(2) 階段を昇る人にとっての見やすさについて 日本建築学会学術講演梗概集、1993

布田健 直井英雄ほか：事故防止の観点よりみた階段各段の見やすさに関する研究 階段下降時と上昇時における視覚的諸要因の影響程度の比較 日本インテリア学会研究発表梗概集、1993

4) 数量化1類とは、説明を加えようとする目的変数に対し、それに影響を及ぼしているいくつかの要因を説明変数として、その関係を分析する手法である。本研究においては、階段各段の見やすさを数値化したものを目的変数とし、照明条件や段鼻の形状を説明変数として、その関係を分析しようとしている。

5) マンセル明度9.5はもっとも高い明度として設定した。また、それぞれの明度については、表記上の値と実際の値には若干の誤差が含まれる可能性があるが、実験の性格上、その誤差は特に問題となるものではないと判断した。

6) 理論値、実績値とは数量化1類分析で用いられる値で、本実験においては、実績値とは被験者がその段板に対して現実評価した値である。また、理論値とは分析の結果として求められた要因ごとの重みによって算定された評価値である。この理論値と実績値の相関を表したものが決定係数であり、決定係数が1に近いほど説明の精度が高いと判断できる。

7) マンセル明度9.5を最高の明度として、白の地に黒のドットの面積比により、理論的に明度の値を出している。5)と同様、それぞれの明度については、表記上の値と実際の値には若干の誤差が含まれる可能性がある。

8) 上記1)の論文報告集3、4の中で、「10線は1インチの中に10個のドットがあるもの、8線、6.6線も同様」と定義している。なお、10線は本実験中最高の照度である2ルクスでべた塗り状に見えない限度として、また6.6線は逆に最低の照度である0.25ルクスでドットとして見える限度として、この範囲に設定したものである。

(1994年6月10日原稿受理、1994年10月25日採用決定)