

車椅子使用者を含む群集の避難流動特性に関する実験 (その6)

正会員 嶋田 拓 *1
 正会員 久保田一弘 *2
 正会員 矢島規雄 *3
 正会員 直井英雄 *4

車椅子 流動係数 避難
 群集 避難計算

1. 研究目的

福祉環境の向上により、車椅子使用というハンディキャップをもった人々でも外出できる環境が整ってきている。しかし、避難計画において群集が扉などを通過する場合の流動係数(1.5人/m・s)は健常者に限定された集団を基準にしており車椅子使用者の存在は考慮されていない。本報告はその6として、新たに開口部通過後の空間タイプを設定要素に加え、車椅子使用者を含む群集の流動特性を把握することを目的とした。

2. 実験方法

(1) 設定条件

表1に示す通り、開口部通過後の空間スペースとして室空間、両側通路(幅1.2・1.6m)、片側通路(幅1.2・1.6m)の5種、開口幅(0.9・1.8m)の2種、自走式車椅子を0・1・2台の3種を設定条件とした。なお、図1に示す装置を東京理科大学体育館に設置し実験を行った。

(2) 被験者

東京理科大学の学生65人(男性41人、女性24人)とし、被験者全員が普段着・靴を履いていない状況で行った。また、車椅子に乗車した被験者は、普段車椅子を使用していない学生とした。

(3) 計測方法

設定条件より得られる30通りの組み合わせを各3回、合計90回の計測を行った。なお、車椅子使用者を含む群集の流動係数を求めることが目的であるため、開口部を通り抜ける最初と最後の数人は、群集の影響を受けていないと考え除外し、有効人数を55人とした。計測方法として被験者の頭頂部に反射シールを貼り、頭上6mの位置にカメラ及び照明を設置して撮影を行った。そのシールの反射光をビデオテープに記録し、その反射光が計測ラインを通る様子を0.1秒ごとに計測した。

(4) 解析方法

前報と同様に撮影カメラより得られた画像を解析機を用いて位置座標データに変換し、速度・ポロノイ図等の基礎データを得た。ポロノイ分割(図2参照)により得られた被験者ごとの領域を占有面積と呼ぶ。

3. 実験結果および考察

(1) 速度と占有面積

開口幅1.8mのときの健常者の開口部からの距離と速度の関係を、通過後の空間タイプ別に平均したものを図3に示す。開口部前後の速度は、開口部手前1mでは各条件ともに一定の速度であるが、開口部に近づくにつれ上

表1. 設定条件

設定要素	設定条件
開口幅[m]	0.9・1.8
開口部通過後の空間タイプ	室・片側通路(幅1.2m, 1.6m)・両側通路(幅1.2m, 1.6m)
群集密度	中
混入台数[台]	0・1・2

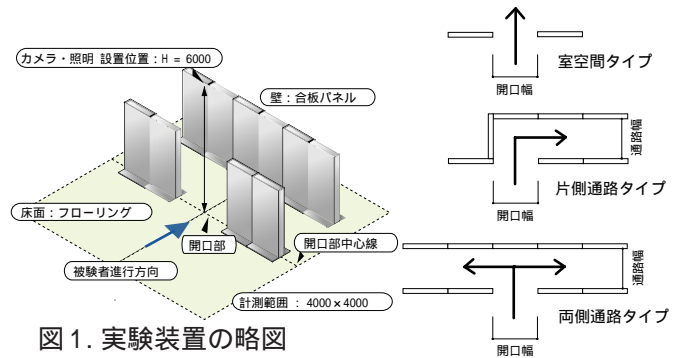


図1. 実験装置の略図

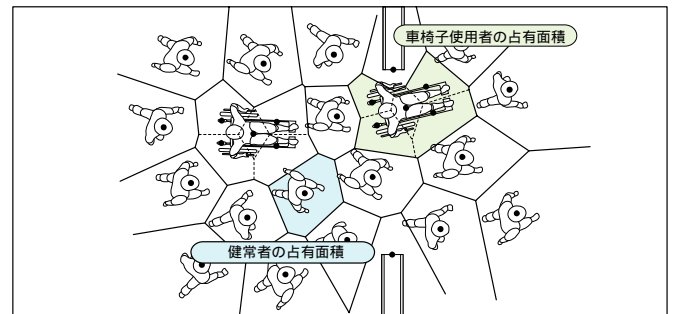


図2. ポロノイ分割の作図例

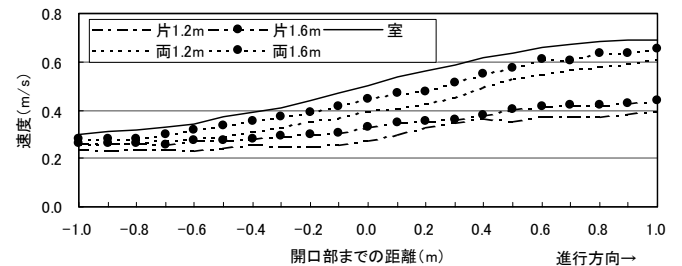


図3. 健常者の速度 (開口幅 1.8 m)

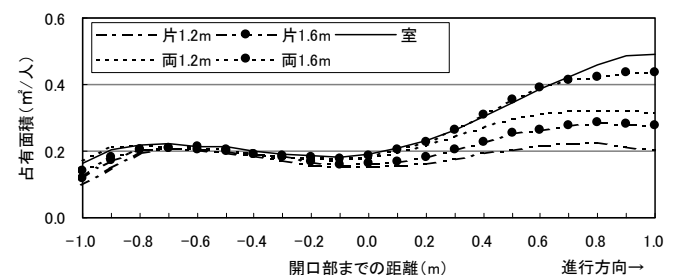


図4. 健常者の占有面積 (開口幅 1.8 m)

昇する。その上昇の程度は条件に応じてばらつきが見られる。また、開口幅1.8mのときの健常者の開口部からの距離と占有面積の関係を、通過後の空間タイプ別に平均したものを図4に示す。占有面積は、開口部通過後に上昇するが、開口部付近ではほぼ一定であった。なお、速度、占有面積ともに、開口幅0.9mにおいても、上昇の関係はそれぞれ同様であった。

(2) 混入台数

車椅子使用者の混入率と流動係数の関係を通過後の空間タイプ別に平均したものを、開口幅0.9mのときを図5に、開口幅1.8mのときを図6に示す。いずれの条件においても、混入率の上昇とともに流動係数が減少していく。その減少の程度についても各条件ともに同様な傾向を示している。

(3) 通路幅・開口幅の相対比較

図5を見ると、通過後の空間タイプによって違いが見られるが、通路幅の影響は見られない。図6を見ると、通過後の空間タイプの違いに加え、通路幅の違いによる影響を受けているのがわかる。これは、開口幅1.8mに対して通路幅(1.2m, 1.6m)が狭く、通路幅が流動を妨げるネックとなっていることが原因と考えられる。

(4) 流動係数の減少傾向

以上の考察から、占有面積は条件によらず一定の面積を保つこと、各通過後の空間タイプは混入率に対して一定の減少傾向を示すことがわかった。そこで、昨年の研究で提案した計算式に加え、通過後の空間タイプに応じた低減係数によって表2の式のように流動係数を表せるものとする。なお、低減係数は式のように室空間タイプを基準として求める。但し、「通路幅の合計<開口幅」の場合は、ネック部での流動の妨げを考慮した補正を行う。その他の各値については、室空間タイプの開口部前後0.5mの範囲を平均したものを表2に示す。また、開口幅1.8mの時、の計算式と表2の各値を用いて算出した計算式と、実験によって得られた実験値の関係を図7に示す。各条件ともに計算値と実験値が同様な傾向を示す。

4. まとめ

以上により、開口部通過後の空間タイプの違いによる流動係数減少を把握することができた。また、昨年の研究で把握した移動の際に要する占有面積と群集速度、そして混入率を用いた計算式に加え、通過後の空間タイプに応じた低減係数を示すことができた。

しかし、これらの値はある一定の群集密度によるものであり、異なる群集密度で同様な低減係数となるとは限らない。そのため、群集密度5~6人/m²程度の場合の低減係数であると捉えるべきである。なお、本研究を行うにあたり平成14年度卒研生成海久代氏、早川仁氏の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

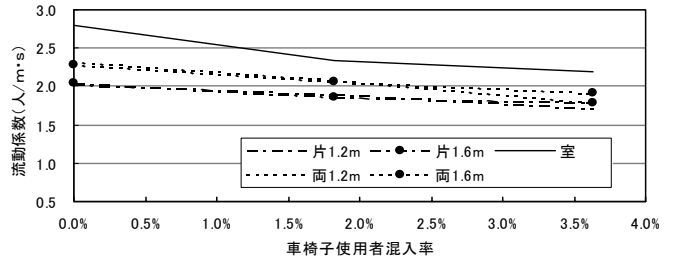


図5. 流動係数 (開口幅0.9m)

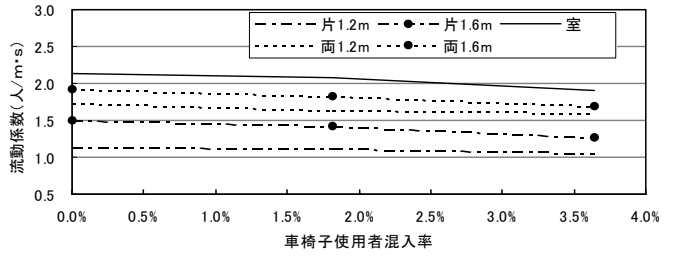


図6. 流動係数 (開口幅1.8m)

表2. 流動係数の計算式と計算に用いる値

$$N = k \frac{v}{A(1 - \frac{\alpha}{100}) + B(\frac{\alpha}{100})} \quad \text{但し、} w_{通} < w_{開} \text{の場合: } N' = N \frac{w_{通}}{w_{開}} \quad \text{式}$$

$$w_{通} > w_{開} \text{の場合: } k = \frac{N}{N_{室空間}}, \quad w_{通} < w_{開} \text{の場合: } k = \frac{N(w_{開}/w_{通})}{N_{室}} \quad \text{式}$$

N, N' : 流動係数[人/m.s]
 $N_{室}$: 室空間タイプの流動係数[人/m.s]
 k : 通路形状に応じた低減係数

	平均値		σ	
	0.9	1.8	0.9	1.8
$w_{開}$: 開口幅[m]	0.9	1.8	0.9	1.8
v : 速度[m/s]	0.48	0.48	0.03	0.05
A : 健常者占有面積[m ² /人]	0.20	0.22	0.01	0.02
B : 車いす占有面積[m ² /人]	0.82	0.77	0.04	0.09
k : 低減係数(片側)	0.78	0.79		
k : 低減係数(両側)	0.85	0.85		

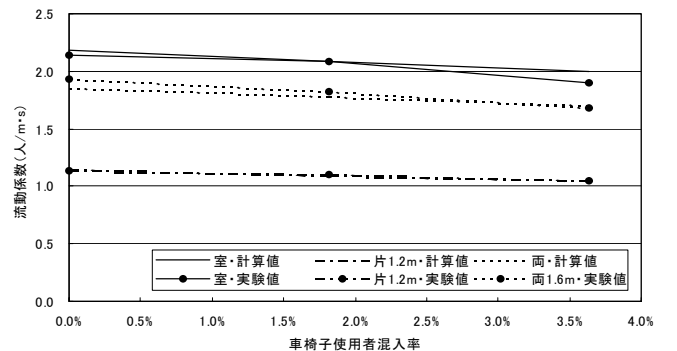


図7. 計算値と実験値の比較

参考文献

1. 新・建築防災計画指針 日本建築センター
2. 嶋田拓 他 / 「車椅子使用者を含む群集の避難流動特性に関する実験 (その1~5)」 日本建築学会大会学術講演梗概集 2001年~2004年

*1 株式会社明野設備研究所 工修
 *2 東京理科大学 補手 工修
 *3 当時東京理科大学 助手 工修
 *4 東京理科大学 教授 工博

*1 Akeno Fire Research Institute, M.Eng
 *2 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, M.Eng
 *3 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, M.Eng
 *4 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng