

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7)

車いす 流動係数 避難  
群集 避難計算

正会員 嶋田 拓\*1  
同 佐藤 歩\*2  
同 久保田一弘\*3  
同 直井英雄\*4

1. 研究目的

近年、ハートビル法の制定やユニバーサルデザインの普及により、車いす等での公共建築物へのアクセスが容易になってきた。しかし、避難計画において、通常用いられる流動係数(1.5人/m・s)は、健常者のみに限られたものであるため、車いす使用者の避難安全性を確認することができない状況にある。この一連の研究は、車いす使用者などの災害弱者を含む群集の流動係数を得るための基礎データの把握を目的としているが、本研究では自走式・介助式車いす使用者を混入タイプとした既報の研究<sup>1)</sup>に引き続き、ハンドル形電動車いす(以下電動車いす)・乳幼児や荷物の抱きかかえ(以下抱きかかえ)・ベビーカーを新たな検討対象とした。

2. 実験方法

(1) 設定条件

表1に示すように、開口幅を各2種類(900・1800mm)混入台数を各3種類(0・1・3台)混入タイプを各4種類(自走式手動車いす・電動車いす・抱きかかえ・ベビーカー)設定した。密度は、前の人を押さない程度で通勤ラッシュ時をイメージするよう被験者に口頭で説明した。設定条件より得られる18通りの組み合わせを各3回、合計54回計測した。

(2) 被験者

本学の学生92人(男61人、女31人)とし、服装は普段着、足元は普段履きなれた靴を装着して行った。車いすに乗る人、ベビーカーを押す人は共に普段これらを使用していない学生とし、ベビーカーには10kg荷物を入れ、抱きかかえでは10kg荷物を抱えてもらい、荷物が他の人に当たらないよう口頭で説明した。なお、各車いす、ベビーカーの寸法を図1に示す。

(3) 実験装置及び計測方法

図2のような装置を東京理科大学の火災実験棟に設置し実験を行った。開口部真上約14mの高さに撮影ビデオと照明ライトを設置し、被験者の頭頂部に貼付した反射シールの反射光を撮影した。1/10秒ごとに計測を行った。

(4) 解析方法

前報と同様にビデオ画像を動作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。また、開口部を通過する最初と最後の5人は、群集の影響を受けないものと見なし除外した。ここでは、ポロノイ分割により分けられた領域面積を各個人の占有面積と定義した。作図の一例を図3に示す。また、抱きかかえ及びベビーカーについては、基本的に一体となって移動するため、一つの移動体として解析を行うものとした。

表1. 設定条件

設定要素	設定条件
開口幅[mm]	900・1800
混入台数[台]	0・1・3
混入タイプ	手動車いす・ハンドル形電動車いす 抱きかかえ・ベビーカー
群集密度	中

手動車いす	ハンドル形 電動車いす	ベビーカー

図1. 車いす・ベビーカーの形状・寸法

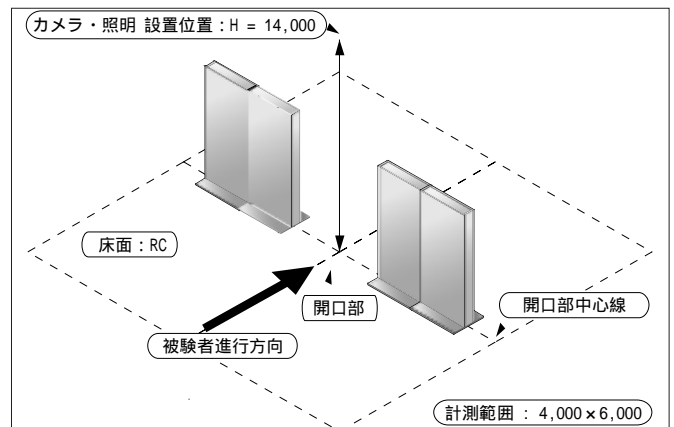


図2. 実験装置

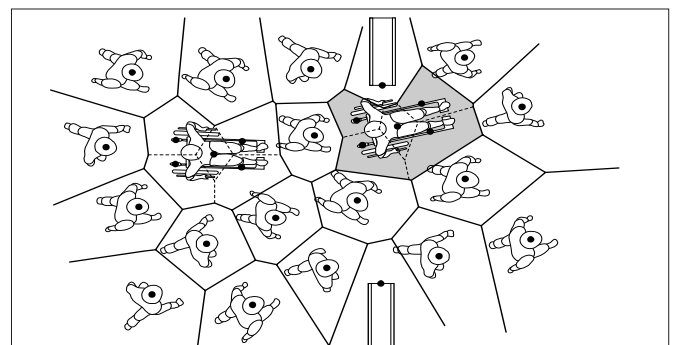


図3. ポロノイ図の一例

### 3. 実験結果及び考察

#### (1) 実験結果の検討の手順

実験結果より、特定の混入率の流動係数の減少傾向が把握できた。本研究では、それ以外の混入率の流動係数が予測できるように、実験結果を速度と占有面積に分解してとらえ、既報の報告で提案した表2の計算式を用いて計算値を算出し、実験値と比較することによって、流動係数の減少傾向の予測式として有効に使用できるかどうかを検討した。

#### (2) 避難流動の速度

開口幅900mm及び1800mmのときの開口部前後の速度の推移を図4及び図5に示す。健常者に比べ他の混入タイプはデータが少ないため多少ばらつきがあるが、電動車いすを除き同様な上昇傾向が見られた。開口幅900mmのときほとんどの電動車いすが開口部通過前で急停止し、その後急発進する姿が観察され、図4のように開口部手前0.5m付近で電動車いすの大きな速度の変化が見られた。また、開口幅1800mmのとき電動車いすが健常者と共に開口部をスムーズに通過する姿が観察され、図5のように他のタイプと同様に緩やかな上昇が見られた。このことから、電動車いすで開口幅900mmの開口部を群集と共に通過するのは、開口幅1800mmに比べ困難なことが分かった。

#### (3) 移動体の占有面積

開口幅900mmのときの開口部前後の占有面積の推移を図6に示す。占有面積は、電動車いすを最大とし、手動車いす、ベビーカー、抱きかかえ、健常者の順に小さくなる。これは人体寸法等から割り出した水平投影面積と同じ順序を示している。健常者以外は開口部直前付近から上昇傾向を示し、健常者のみ開口部で減少の後、上昇している。これは、健常者が狭い隙間でも通り抜けようとするのに対し、他のタイプでは、周りとの接触を避ける傾向があるからと思われる。また、開口幅1800mmのときでは、上昇傾向が緩やかではあるが同様な結果が得られた。

#### (4) 流動係数の減少傾向

図7は開口幅900mmのときの実験値と計算値を比較したものである。それぞれ混入率が増すごとに減少傾向を示し、計算値、実験値とも同様な傾向を示した。電動車いすを最大とし、手動車いす、ベビーカー、抱きかかえの順に減少傾向が小さく表れており、これは占有面積の増加傾向とほぼ同じである。なお、計算値に用いた値は開口部前後0.4mの範囲を平均したものである。また、開口幅1800mmにおいても同様な結果が得られた。

### 4. まとめ

以上より、混入タイプ別の流動係数の減少傾向が把握できた。また、昨年までの研究で提案した計算式を用いることにより電動車いす、抱きかかえ、ベビーカーが混在した集団についても流動係数を予測できることが確認できた。なお、本研究を行うにあたり平成17年度卒研究生 堀智志氏、三浦文美氏の尽力を得た。ここに謝意を表する。

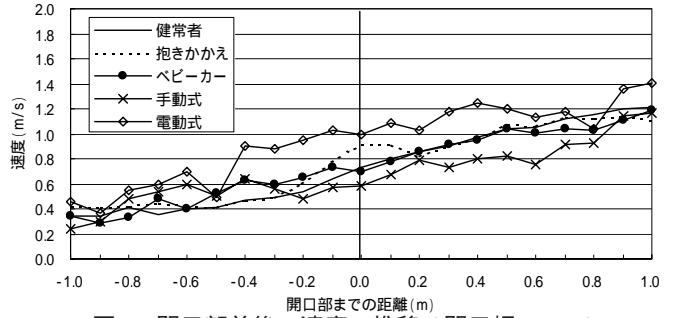


図4. 開口部前後の速度の推移 (開口幅900mm)

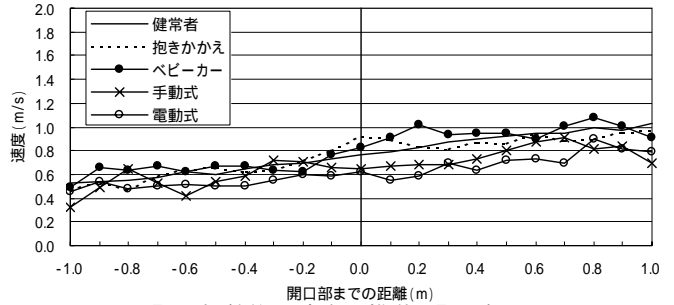


図5. 開口部前後の速度の推移 (開口幅1800mm)

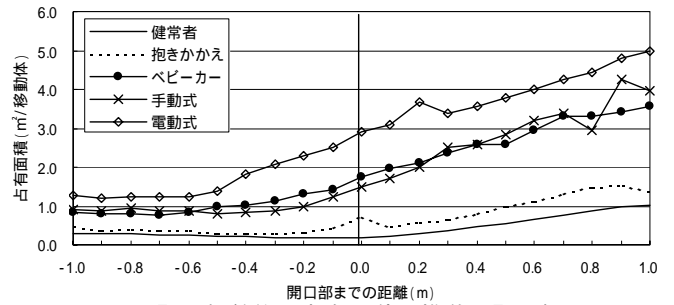


図6. 開口部前後の占有面積の推移 (開口幅900mm)

表2. 流動係数の計算式と計算に用いる値

$$N = \frac{v}{A \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) + B \left(\frac{\alpha}{100}\right)} \quad N: \text{流動係数}[\text{移動体} / \text{m} \cdot \text{s}]$$

$$\alpha: \text{車いす使用者等混入率}[\%]$$

		平均値	
開口幅[m]		0.9	1.8
$v$	速度[m/s]	0.65	0.72
$A$	健常者占有面積[m <sup>2</sup> /移動体]	0.24	0.29
$B$	抱きかかえ占有面積[m <sup>2</sup> /移動体]	0.45	0.47
	ベビーカー占有面積[m <sup>2</sup> /移動体]	1.59	1.21
	手動車いす占有面積[m <sup>2</sup> /移動体]	1.49	1.35
	電動車いす占有面積[m <sup>2</sup> /移動体]	2.70	1.84

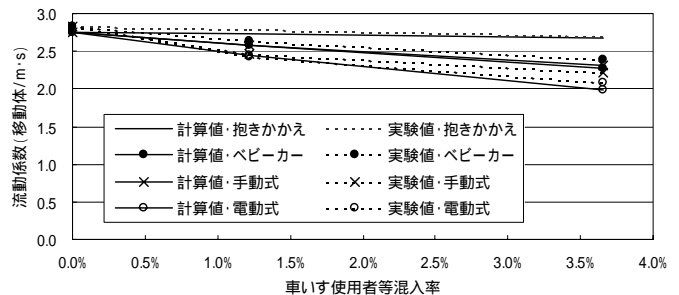


図7. 計算値と実験値の比較 (開口幅900mm)

#### 参考文献

1. 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1~6)」日本建築学会大会講演梗概集2001年~2005年

\*1 明野設備研究所 工修  
 \*2 東京理科大学 大学院 工修 / 東京消防庁  
 \*3 東京理科大学 工学部 捕手 工修  
 \*4 東京理科大学 工学部 教授 工博

\*1 Akeno Fire Research Institute, M. Eng.  
 \*2 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, M. Eng. / Tokyo Fire Department  
 \*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.