

車椅子を含む群集の避難流動特性に関する実験 (その4)

車椅子 流動係数 避難
群集 避難計算

正会員 金井 昌昭*
同 嶋田 拓**
同 矢島 規雄***
同 直井 英雄****

研究目的

福祉環境の改善に伴い、今後ますます障害者の社会参加が予想される。しかしながら避難計算等に用いられる群集流動係数1.5人/m・sという値は、健常者のみの集団を調査・観察する事により得られたものである。本研究は今後使うべき群集流動係数には、車椅子使用者の存在も考慮すべきであるとの考えから、車椅子使用者を含む群集の避難時における流動特性を把握する事を目的としている。本報告はその4として、車椅子使用者の混入率の高い場合の実験結果について報告する。

実験方法

(1) 設定条件

表1に示すように開口幅を900、1800mmの2種類、密度を開始時に範囲を指定する事で5.0、3.5、2.0人/m²となるよう3種類、混入台数を極限である100%までの5種類設定し実験を行った。

(2) 被験者

本学の学生40人(男性23人、女性17人)を被験者とし、服装は普段着、足元は靴下とした。車椅子は、ブレーキ付の自走式車椅子とし、被験者は普段車椅子を使用しない本学の学生とした。車椅子の各部寸法は図1に示す通りである。

(3) 計測方法

設定条件より得られる30通りの組合せから、各要素別に考察が行えるよう18通りの計測条件を設定し、それぞれ5回ずつ、計90回の避難流動を再現した。この様子を図1のように開口部の直上およそ4mよりカメラを用いて撮影し、各被験者の頭頂部、車椅子の4点に貼り付けた反射板が開口部を通過する様子を計測した。

(4) 解析方法

撮影カメラによって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、加速度、ポロノイ図等の基礎データを得た。なお、ポロノイ図とは平面上にいくつか点が与えられた時、他のどの点よりも近い領域を割り当てるために仕切ったものをいう。これにより得られた被験者ごとの領域を占有面積と呼ぶ。本年度の実験では、昨年度の解析の結果得られた、車椅子使用者と健常者の領域、壁に最も近づいた被験者の領域の決定が不明瞭であるとの問題点を解決する為に、図2に示すように車椅子使用者と壁の処理を変更し、予備的にポロノイ分割を行なった。この結果、健常者と車椅子使用者に接近した健常者、さらに壁に接近した健常者の占有面積が概ね安定した値を示したことより、1/2秒毎、全試行について解析を行った。

結果と考察

(1) 群集流動の安定性について

表1. 設定条件

設定密度[人/m ²]	大(5.0)・中(3.5)・小(2.0)
開口幅[mm]	900・1800
混入率[%]	0・5・25・50・100

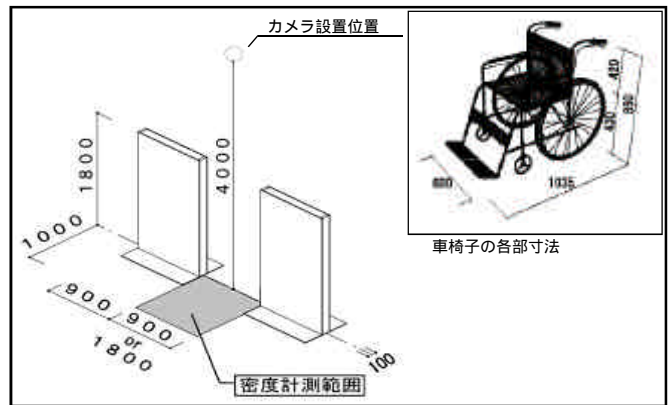


図1. 実験装置及び車椅子の寸法

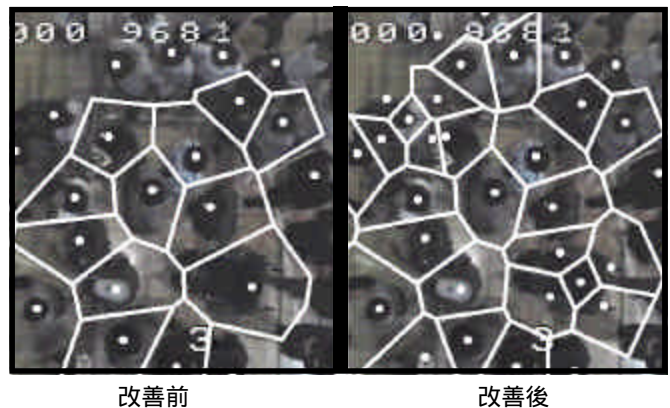


図2. ポロノイ図と各占有面積

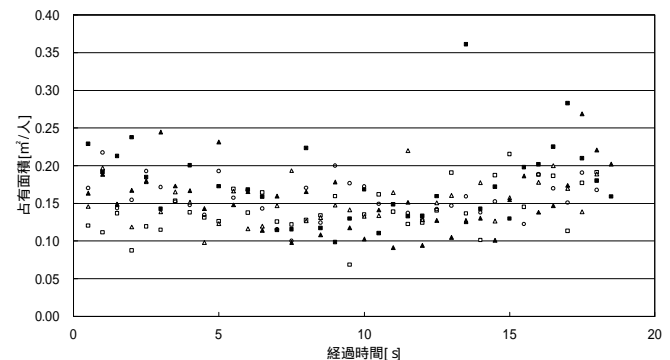


図3. 密度(中)混入率0%での占有面積の様子

図3は開口部とその手前1mの範囲に存在する被験者の占有面積の平均を1/2秒毎にプロットしたものである。それぞれ0.1~0.2m²/人の範囲に概ね収まっている。これより各被験者が一定の領域を確保して開口部を通過する、安定した定常流が再現できたと考える。

(2) 密度及び開口幅の影響

図4は設定密度と占有面積の関係を示したものである。ここで扱う占有面積とは開口部前後およそ450mmにいる被験者の中で、その他の被験者、壁に十分囲まれた者のもつ占有面積を指す。健康者、車椅子使用者の占有面積が密度の増加に伴って減少している事が分かる。また、開口幅900mm、1800mmでの占有面積をそれぞれ比較してみると、開口幅1800mmでの占有面積が全体として開口幅900mmに比べ大きな値を示している。開口幅900mmでは車椅子使用者と健康者が開口部を同時に通過する事は困難となる。密度(大)において、車椅子使用者の占有面積が健康者に比べ大幅に減少している事から、車椅子使用者の開口部通過時における滞留が顕著となった事が予想され、開口幅と各被験者の物理的寸法の相違が通過に及ぼす影響があるものと考えられる。

(3) 混入率と占有面積の関係

図5は設定密度(中)の健康者及び車椅子使用者の占有面積と混入率の関係を示したものである。開口幅900mm、混入率100%において車椅子使用者の占有面積が大きく減少してはいるが、全体として概ね安定した占有面積を示している。混入率が増加するにつれて、物理的な関係性以外に占有面積を減少させる要素があるものと予想されたが、本実験ではそのような傾向はあまり見られなかった。健康者と車椅子使用者は密度、開口幅に応じて、占有面積についておよそ一定の関係を保つものと考えられ、混入率の増加に比例して、車椅子使用者混在集団は健康者のみの集団に比べ、全体としての見掛けの面積が増加するものと考えられる。

(4) 混入率と流動係数の関係

図6は表3に示す算出式より求めた流動係数の実験値Nと計算値N'を、混入率別に示したものである。N'の各値に関しては、開口部中心より前後およそ450mmの範囲にいる被験者の数値を全試行についてそれぞれ平均したものである。開口幅によって差が生じているが概ね実験値Nと近い値を示している。これは、車椅子使用者が混入した時の流動特性が、健康者と車椅子使用者の占める面積の違いと混入率という、人間工学的な要素の組み合わせでうまく説明できるということを意味している。

まとめ

以上から、車椅子使用者の混入率増加による流動係数の減少傾向を概ね把握する事ができた。流動係数の絶対値は種々の条件により動くものと考えなければならないが、この減少傾向は相対的に大きくは動かないものと考えられるので、現在使われている流動係数を健康者集団に対して使うのであれば、それと同じ安全のレベルを維持しながら、車椅子使用者を含む集団の流動係数を提示できる基礎的知見が得られたと考える。なお、本研究を行うにあたり、平成14年度卒研生長尾由美子氏、堀本

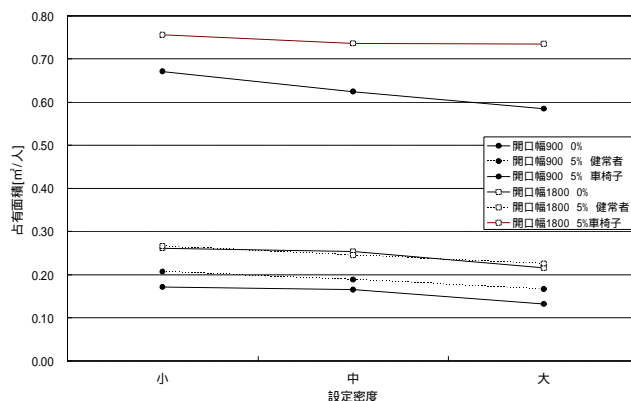


図4. 設定密度と占有面積の関係

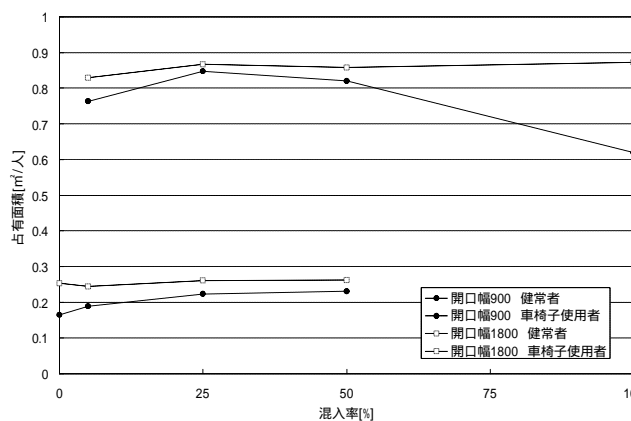


図5. 混入率と占有面積の関係

表2. 流動係数算出式

$\text{実験値 } N = \frac{H}{W \times T}$	N: 流動係数 [人/m s] H: 通過人数 [人] W: 開口幅 [m] T: 通過時間[s]
$\text{(計算値) } N' = \frac{V}{A(1 - r/100) + B \cdot r/100}$	N': 流動係数[人/m s] V: 速度[m/s] A: 健康者占有面積[m ² /人] B: 車椅子使用者占有面積[m ² /人] r: 混入率[%]

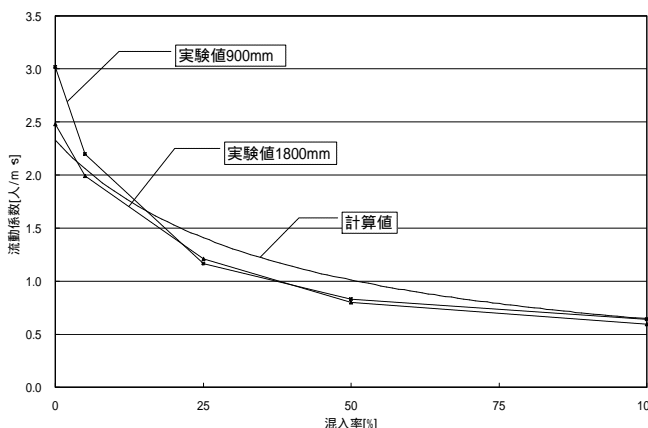


図6. 混入率と流動係数(実験値と計算値)の関係

直孝氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1: 嶋田拓:「車椅子使用者を含む群集の避難流動特性に関する実験」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2001年9月
- 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2、その3)」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2002年8月

* 東京理科大学大学院生
 ** (株) 明野設備研究所
 *** 東京理科大学助手・工修
 **** 同大学教授・工博

*Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of science
 **Akeno fire research institute
 ***Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of science, M.Eng.
 ****Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of science, Dr.Eng