

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3)

車椅子 流出係数 避難
群集 避難計算 ボロノイ分割

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

■研究目的

前報では、群集が開口部の通過に要する時間に着目した分析を行ったが、この結果は、車椅子使用者の占める面積の増加を考慮することにより、うまく説明できるのではないかと考えた。そこで、本報では、ボロノイ分割により得られる専有面積に着目した分析を行い、車椅子使用者を含む群集の流出係数との関係を明らかにすることを目的とした。

■分析方法

(1) データについて

前報と同じく、図1のような実験装置で行った実験より、データを得た。

(2) 分析方法

撮影カメラによって得られた画像より動作解析機を用いて、位置座標データに変換し、速度、ボロノイ図等の基礎データを得た。なお、ボロノイ図とは平面上にいくつかの点が与えられた時、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。図2にその一例を示す。なお、本研究での点とは、健常者、車椅子使用者にかかわらず、人間の頭頂部を示す。また今回のボロノイ図の作成にあたっては計測ライン上にある壁はないものとしている。

■結果と考察

(1) 速度分布について

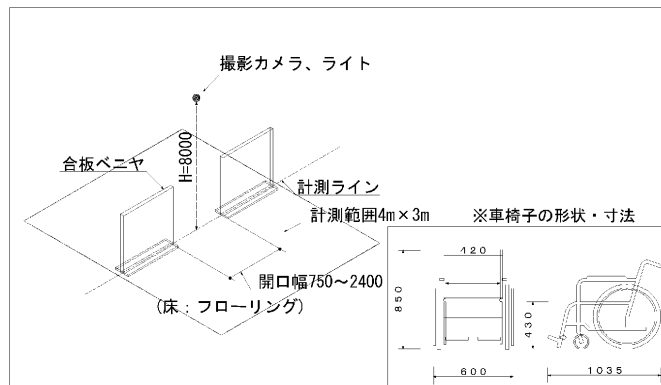
図3に健常者が開口部前後を通過する時の速度分布の一例(設定密度：中・開口幅：900mm)を示す。開口部の中心を(0, 0)とし右から左方向へ進行している。これを見ると、開口部から両側ともに速度の変化が扇状に広がっている。また、計測ラインの壁付近には、人の流れがないことがわかる。

(2) 車椅子使用者と周囲の健常者の位置について

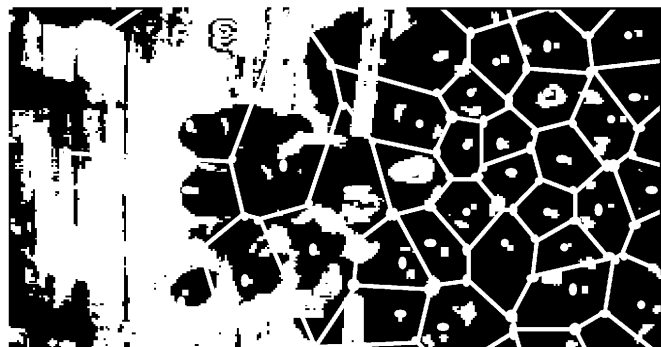
図4に車椅子使用者の位置を(0, 0)とし、その周りの健常者の相対位置をプロットしたものの一例を示す。各設定密度に共通し、タイヤ部から離れて歩いているが、密度が高くなるほど位置が近づき、車椅子の形状に沿った形になることがわかる。特に前方のフットレスト部付近における違いが最も顕著である。

(3) 速度の推移について

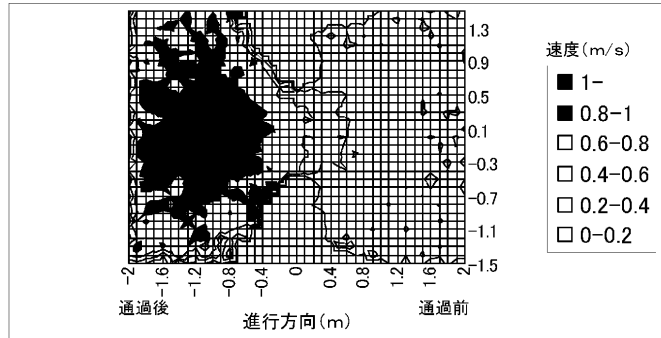
図5は健常者、車椅子使用者についての開口部周りの速度の変化を、設定密度別に示したものである。これを見ると、車椅子使用者は、健常者と違いデータが少ないため、多少のばらつきはあるが、健常者、車椅子使用者ともに0.5~1.0mの間から速度が上昇している。また、密度が高いほど



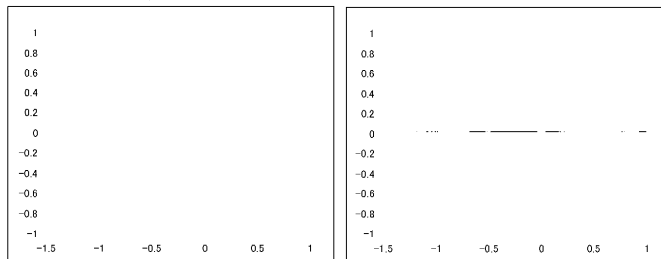
▲図1. 実験装置



▲図2. ボロノイ図の一例



▲図3. 速度分布の一例



▲図4. 車椅子使用者と健常者の位置の一例

Experiment on coefficient of crowd outflow involving wheelchair users
(Part 3)

SHIMADA Taku, KANAI Masaaki, YAJIMA Norio, NAOI Hideo

開口部前後での変化が大きい。

(4) ボロノイ領域面積の推移について

健常者、車椅子使用者のボロノイ領域面積(ボロノイ図における個人の領域の面積。ボロノイ面積、専有面積ともいう。)の変化を示したものが、図6である。これを見ると、設定密度にかかわらず、健常者と車椅子使用者で、ボロノイ面積に一定の差がある事がわかる。また、図5の速度の上昇と同様に0.5~1.0m付近から少しずつボロノイ領域面積も上昇する傾向が見られた。

(5) 流出係数の推移について

流出係数、速度及び専有面積の関係は次式のようになる。

$$\text{流出係数}[\text{人}/\text{m}\cdot\text{s}] = \frac{\text{速度}[\text{m}/\text{s}]}{\text{専有面積}[\text{m}^2/\text{人}]}$$

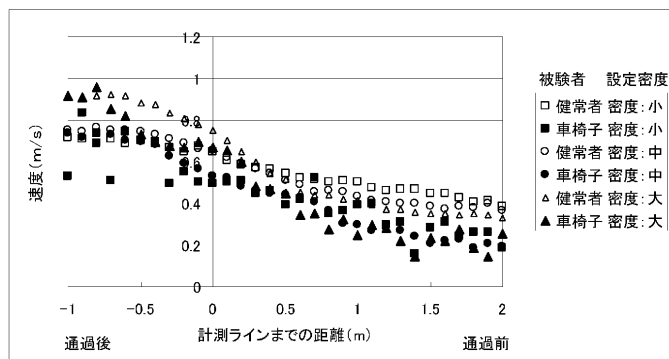
この式により求めた、設定密度：中、健常者のみのときの開口幅別の流出係数の推移を示したのが図7である。また、Y軸の上に、群集全体が開口部の通過に要する時間より求めた流出係数N'を、プロットしておく。開口幅1200mm以下ではN'と大きな差が見られるが1800mm以上ではほとんど見られなかった。これらの理由として、ボロノイ図作成時、計測ライン上の壁をないものとして考えたこと、壁付近の被験者のいない場所もボロノイ領域の対象として含んでいたことが挙げられる。

(6) 車椅子使用者と健常者の専有面積の比較

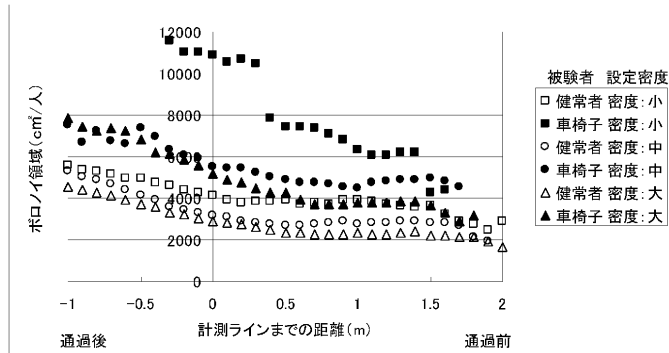
図8は開口幅1800mmのとき、車椅子使用者のボロノイ領域は健常者で何人分にあたるかを、ボロノイ領域による実験値と理論値として設定密度ごとに示したものである。理論値とは、車椅子周りの健常者の領域をそれ以外の健常者平均に修正し、残りの領域を、車椅子使用者の領域に加えたものである。これを見ると、理論値と実験値で大きな差が見られた。これらの理由として、ボロノイ図作成時、車椅子使用者も、健常者と同じ頭頂部で点を取ったために、車椅子使用者のボロノイ領域が周囲の健常者に割り当てられてしまい、車椅子使用者のボロノイ領域が、小さくなってしまったためと考えられる。

■まとめ

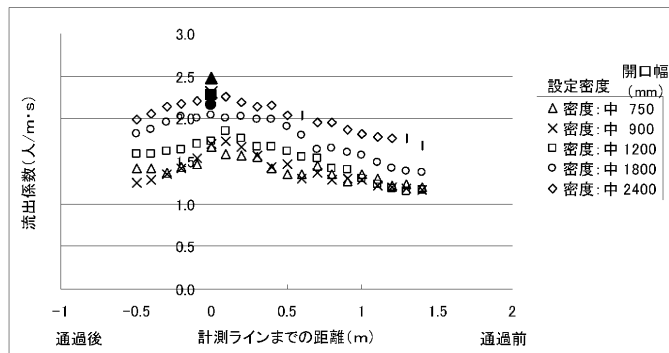
今回の分析により、速度やボロノイ領域の変化に関する開口部周りの、群集流動の実態を把握することが出来た。流出係数は、密度・速度・車椅子使用者混入率の3要素により決定されるが、密度と速度はほぼ一定の関係にあるため、密度と車椅子使用者の2要素を設定することにより、流出係数を予測することができる。しかし、相互関係の説明要素としての密度は、その計測領域に関して問題を含んでいるため、十分な説明には至らなかった。今後は、これらの問題を改善することによって、実験によって得ることの難しい、高い車椅子使用者混入率や、高密度等の条件下での流出係数の予測を可能とすることが課題である。なお、研究に際し、平成13年度東京理科大学卒研究生秋元稔氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。



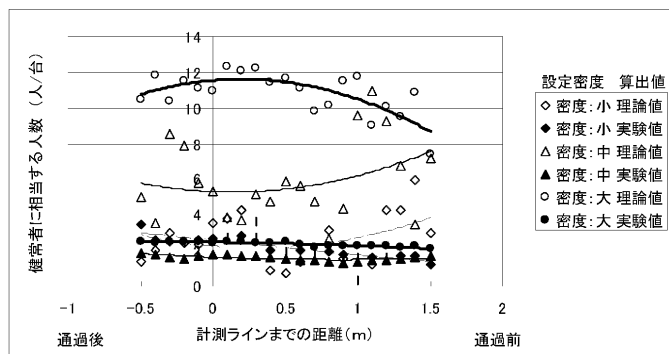
▲図5. 速度の推移



▲図6. ボロノイ領域面積の推移



▲図7. 流出係数の推移



▲図8. 専有面積による車椅子使用者の健常者に相当する人数

参考文献

- 1: 新・建築防災計画指針 日本建築センター
- 2: 平成13年度大会論文 「車椅子使用者を含む群集の避難流動特性に関する実験」 / 嶋田拓
- 3: 平成14年度大会論文 「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)」 / 金井昌昭

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

* Akeno fire research institute, M. Eng.
 ** Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science
 *** Reserch 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.