

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5)

正会員 嶋田 拓*
正会員 矢島規雄**
正会員 直井英雄***

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などに求め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・観察すること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ことを目的としている。本報告はその5として、新たに介助式車椅子を設定要素に加え、健常者、自走式車椅子使用者、介助式車椅子使用者によって構成される群集の流動特性を把握する事を目的とした。なお、以下では自走式車椅子使用者を自走式、介助式車椅子使用者を介助式と呼ぶ。

2. 実験方法

(1) 設定条件

表1に示す通り、開口幅2種類、密度は今までの実験よりおおよその傾向が把握できたものとして1種類、混入台数は5種類設定して実験を行った。密度については、言葉による教示を用いた。なお、自走式、介助式が同時に混入する際の混入台数は混入比が1:1となる2,4,6台の3種類とした。

(2) 実験装置

図1のような実験装置を、原町会館(体育館)に設置して実験を行った、装置の寸法、床面材質等は前報とほぼ同様である。

(3) 被験者と車椅子

本学の学生38人(男性29人、女性9人)とし、その他の条件は前報と同様とした。介助式の二人組については、体力差を考慮して同姓の被験者とした。自走式車椅子は前報と同様とし、介助式車椅子の各部寸法は図1に示す通りである。

(4) 実験の具体的方法

表1の設定条件から得られる28通りの計測条件について各5回、計140回の計測を行った。

(5) 解析方法

前報と同様に、ポロノイ分割により得られた各被験者ごと領域を占有面積と呼ぶ。介助式の占有面積は介助者と被介助者を2つの単体として扱い個々の領域をそれぞれの占有面積として算出した。図2にその作図例を示す。

3. 実験結果及び考察

(1) 自走式と介助式の流動効率

図3は自走式、介助式、そして自走式と介助式が同時に混入したタイプ(混合)のそれぞれの混入率と、実験より

表1 設定条件

設定要素	設定条件
開口幅[mm]	900・1800
密度	中
混入台数[台]	1・2・3・4・6
混入タイプ	自走式・介助式・自走式+介助式(混合)

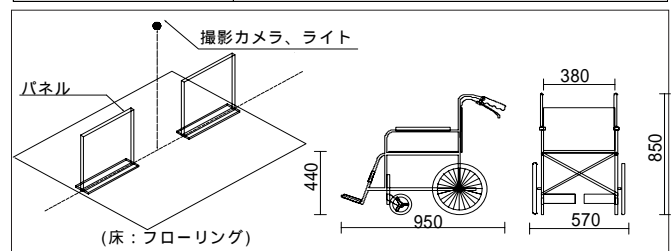


図1 実験装置及び介助式車椅子の寸法

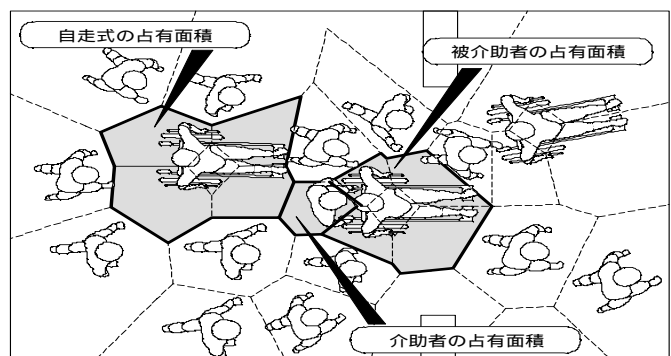


図2 ポロノイ図作成例

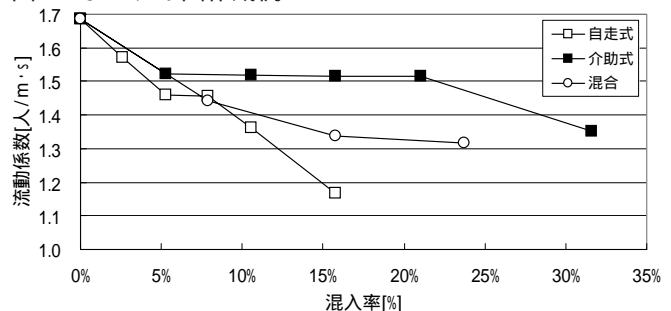


図3 各被験者の流動係数 (開口幅 1800mm)

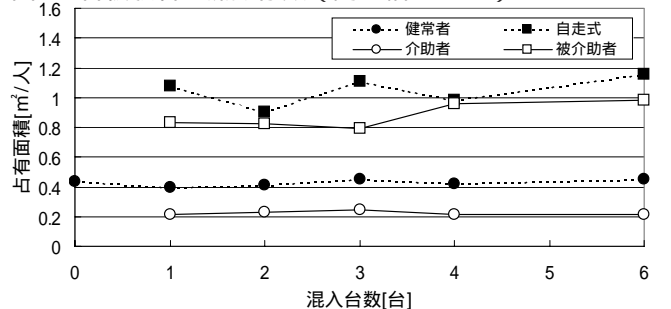


図4 各被験者の占有面積 (開口幅 1800mm)

得られた流動係数の関係を示したものである。ここで、混入率とは車椅子に関わる人数で表されるものを指す。従って、同数の車椅子使用者が混入する場合でも自走式と介助式では混入率が異なってくる。これをみると介助式が混入する群集の流動係数が、自走式が混入した際の流動係数よりも大きな値を示している事がわかる。人数の等しい群集が開口部を通過するという状況を考えるならば、介助式の方が流動効率が良いという事がいえる。

(2) 自走式と介助式の占有面積

図4は各被験者の占有面積を混入台数別にみたものである。介助者、被介助者が健常者、自走式よりも小さな面積を保持して流動している事がわかる。この事より、介助式が自走式に比べ流動性に優れるのは占有面積による影響が大きいものと考えられる。また、混入台数と占有面積に着目してみると、健常者はほぼ一定の面積を示しており、自走式、介助式についても、ばらつきはあるが比例関係等はみられない。各被験者の占有面積は混入率に関係なく、およそ一定の面積を保つものと考えられる。

(3) 各被験者の速度

各被験者の開口部からの距離と速度の関係を開口幅別に図5に示す。開口部中心以降、速度に違いがみられるが、各被験者ともにおよそ一定の速度を示している。

(4) 流動係数の減少傾向

以上の考察から、介助式の流動特性として、介助者、被介助者ともに混入台数によらずおよそ一定の占有面積を保つ事、速度に関して自走式、介助式の間大きな差異がない事がわかった。前報で把握した自走式の流動特性と合わせて考えれば、介助式も自走式と同様に混入率に応じてみかけの面積を増加させる要素として扱える事が考えられる。そこで、占有面積、混入率、そして群集速度によって求められる表2の流動係数計算式と、開口幅中心よりおよそ1mの範囲にいる各被験者の全試行の平均値を用いて算出した計算値と実験値の関係を図6、7に示す。図6は介助式のみが混入した場合であり、図7は自走式と介助式が同時に混入した場合であるが、どちらも、実験値と計算値がほぼ同様の減少傾向を示している。

4. まとめ

以上より、自走式、介助式が混入する集団についての流動係数減少傾向を把握する事ができた。また、移動の際に要する占有面積と群集速度、そして混入率という人間工学的な要素を用いた計算式で実験値とほぼ同様の減少傾向を示す事ができた。この計算式は、避難計画において、健常者のみの集団に用いる流動係数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混入率から予測する際の目安として使用できるのではないかと考えている。なお、本研究を行うにあたり平成15年度大学院生金井昌昭氏、卒研生中山哲夫氏、青山俊介氏、河辺みのり氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

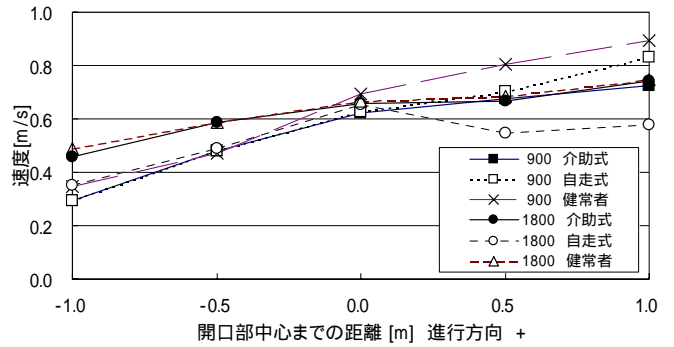


図5 各被験者の速度

表2 流動係数の計算式と各値

介助式が混入した際の計算値

$$\text{流動係数}[\text{人}/\text{m}\cdot\text{s}] = \frac{V}{A\left(1 - \frac{\beta}{100}\right) + \left(\frac{C+D}{2}\right)\left(\frac{\beta}{100}\right)} \quad \text{： 介助式混入率}[\%]$$

自走式と介助式が同時に混入した際の計算値

$$\text{流動係数}[\text{人}/\text{m}\cdot\text{s}] = \frac{V}{A\left(1 - \frac{\alpha+\beta}{100}\right) + B\left(\frac{\alpha}{100}\right) + \left(\frac{C+D}{2}\right)\left(\frac{\beta}{100}\right)} \quad \begin{array}{l} \text{： 自走式混入率}[\%] \\ \text{： 介助式混入率}[\%] \\ \text{但し本実験では} = 2 \end{array}$$

	平均値	900mm		1800mm	
		900mm	1800mm	900mm	1800mm
V: 速度 [m/s]		0.60	0.62	0.08	0.07
A: 健常者占有面積 [m ² /人]		0.32	0.44	0.02	0.07
B: 自走式占有面積 [m ² /人]		1.22	1.11	0.23	0.26
C: 介助者占有面積 [m ² /人]		0.17	0.22	0.06	0.11
D: 被介助者占有面積 [m ² /人]		0.90	0.88	0.15	0.19

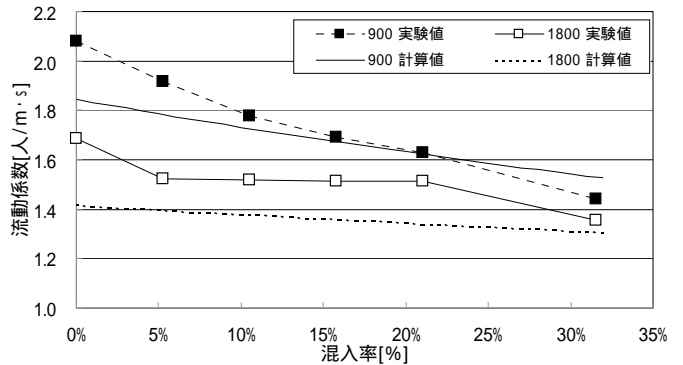


図6 介助式が混入した際の計算値と実験値

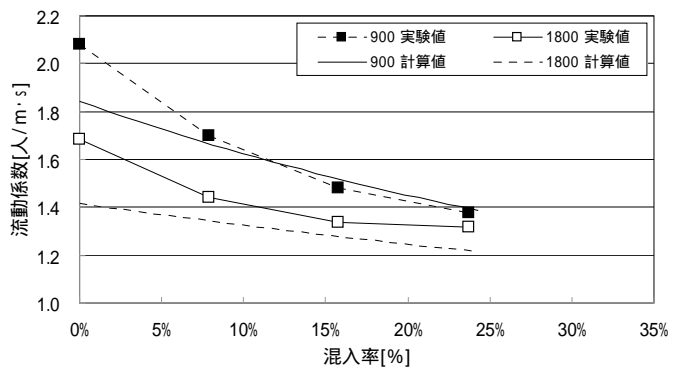


図7 自走式と介助式が混入した際の計算値と実験値

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1~4) 日本建築学会大会学術梗概集 2001年9月, 2002年8月, 2003年9月

* 株式会社明野設備研究所・工修
 ** 東京理科大学助手・工修
 *** 東京理科大学教授・工博

* Akeno Fire Research Institute, M.Eng
 ** 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