

浸水時の避難困難度に関する実験的研究

前橋工科大学
(株) オウギ工設

学生会員 ○仲本 小次郎
非会員 根岸 智和

前橋工科大学
(株) オウギ工設

正会員 平川 隆一
非会員 星野 裕也

1. はじめに

近年、降雨量の増加により、各地で内水氾濫が発生している。それに伴い、道路が冠水した状態での歩行避難が行われている。水中歩行を伴う避難には、浸水深だけではなく様々な要因が関係してくる。そのため、外力指標が浸水深だけではなく避難困難度マップの開発が重要である。水中歩行に関する研究は、須賀ら¹⁾の研究があり、そこでは、水中歩行限界について検討している。また大西ら²⁾は、避難困難度の評価指標として、単位幅比力を用いた検討を行っている。

本研究では、歩行実験に基づき、避難所までの歩行速度の減少率を含めた避難困難度の指標化および可視化を行い、避難困難度マップとして表現することを目的とする。

2. 研究方法

本研究の流れは、まず実河川を用いた長距離の歩行実験と、流向の歩行速度への影響を調べるための実験を行う。そして、歩行実験から得られたデータを基に、避難困難度の指標化を行う。その後、避難困難度マップとして避難困難度を可視化する。

長距離歩行の実験では、陸上や実河川を用いて静水中、流水中の歩行を行った。被験者は20代が中心であるが、年齢による歩行速度や減少率の変化を求めるために、高齢者疑似体験教材を装着した場合も行った。教材を装着した際の年齢は、装着時の歩行速度から推定する。水深は、ひざ上とひざ下の2パターンに分けて歩行実験を実施した。なお実験を行う際には、安全性確保のためにライフジャケットを着用して行った。

流向の歩行速度への影響を調べるための実験には、実験室内の循環型可変勾配水路を使用した。被験者は20代の4人(男性:3人, 女性:1人)である。水深は20cmで一定にし、流速を0, 20, 40, 60cm/sの4ケースで行った。歩行速度については、5mの歩行時間を測定した。また、予備区間をスタート地点とゴール地点に2m設けた。被験者は、水路の上流側からスタートして順流を歩行して、折り返して下流側から上流側に向かって逆流を歩行した。

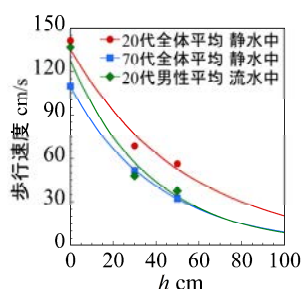


図1 歩行速度の変化

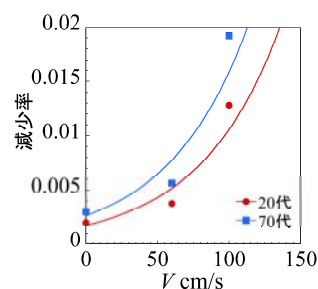


図2 減少率の変化

3. 実験結果および考察

(1) 歩行実験

長距離歩行の実験結果である水深 h による歩行速度の変化と、流速 V による歩行速度の減少率の変化をそれぞれ図1, 図2に示す。また、式(1)のように流向係数を定義する。

$$\text{流向係数} = \frac{\text{順流中, 逆流中の歩行速度}}{\text{静水中の歩行速度}} \quad (1)$$

流向係数を室内水路を用いた実験結果より求めると、順流の場合は約1.3になり、逆流の場合は約0.8になった。

(2) 避難困難度の検討

避難困難度の作成フローを図3に示す。本研究では、3つの変数 α , β , γ を導入する。 α を避難所までの所要時間に関する変数, β を降水による浸水深および流速に関する変数, γ を道路の危険性に関する変数とする。

変数 α では、図1と図2を用いて20代と70代の水深別の歩行速度と、流速別の歩行速度の減少率を設定した。また流向による影響を考慮するため、流向係数を使用する。そして、避難所までの所要時間を算出し、変数 α を求める。変数 β は、大西ら²⁾の単位幅比力を評価指標とする。そのため算出方法としては、降水シミュレーションを行い各メッシュの浸水深および流速を算出し、単位幅比力を求めることによりパラメータ β を算出する。避難時における道路の危険性については、マンホールトラップや側溝への落下が考えられる。そのため、変数 γ では、道路の危険性として、マンホールの数および側溝の幅を考慮するものとする。以上のようにして求めた変数 α , β , γ を用いて、避

キーワード 内水氾濫, 避難困難度, 歩行実験, 水中歩行, 歩行速度の減少

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学 TEL : 027-265-0111 E-mail : hirakawa@maebashi-it.ac.jp

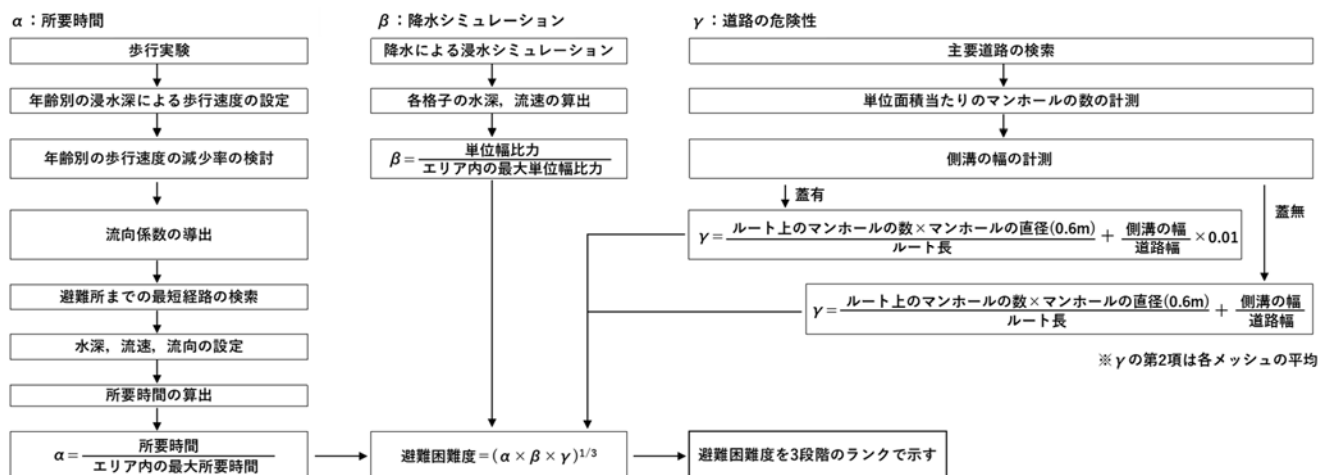


図3 避難困難度作成フロー

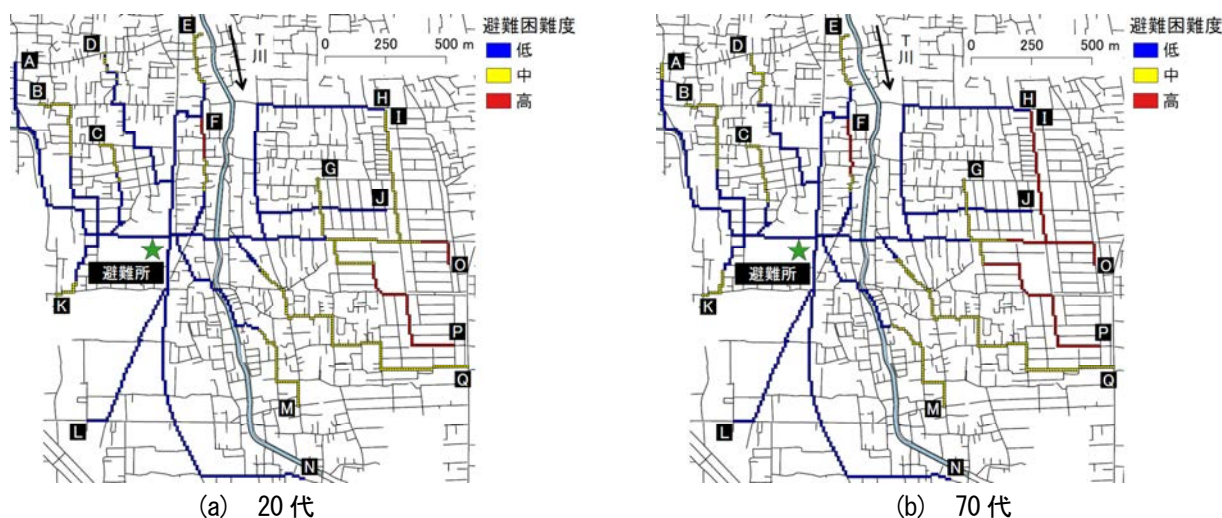


図4 指定避難所への避難困難度

難困難度を算出する。そして求めた避難困難度を3段階のランクで示す。

(3) 避難困難度の適用

対象地区に5年確率の降雨強度を用いて、本研究で開発した避難困難度を適用する。浸水時に指定避難所へ避難する場合の避難困難度を図4に示す。なお、今回は変数γ中の側溝は考慮していない。E地点とF地点からの避難所までのルートに着目する。20代と70代どちらの場合もF地点からのルートが避難困難度が高くなっている。これは、F地点付近の浸水深および流速が大きいためであると考えられる。またE地点からの避難の際に、F地点を通過しないルートを選択することが安全であると考えられる。P地点から避難所へのルートに着目する。避難困難度が高いところが、20代では約600mであり、70代では約750mであった。このことから、年齢による避難困難度の違いが表現できていると考えられる。一方、H地点やJ地点、L地点、N地点のように、70代の避難困難度が低い地点からのルー

トに関しては、20代でも避難困難度が低いため、年齢による避難困難度の違いが表現されないルートもあった。

4. おわりに

本研究では、水中歩行を伴う避難を想定して避難困難度の検討を行った。歩行実験に基づき、水深別の歩行速度や流速別の歩行速度の減少率、流向係数を設定し、内水氾濫による浸水時の新たな避難困難度を作成した。その結果、避難困難度マップでは、避難する際のルートの選択に使用できることや、年齢による避難困難度の違いを表現できることが分かった。

参考文献

- 1) 須賀堯三, 上阪恒雄, 白井勝二, 高木茂知, 浜口憲一郎, 陳志軒: 避難時の水中歩行に関する実験, 水工学論文集, Vol.38, pp.829-832, 1994.
- 2) 大西良純, 石垣泰輔, 馬場康之, 戸田圭一: 地下空間浸水時における避難困難度指標とその適用, 水工学論文集, Vol.52, pp.841-846, 2008.