

浸水体験実験による高齢者の地下空間浸水時避難困難度の検討

関西大学大学院	学生員	○浅井 良純	京都市	西元 大貴
国土交通省近畿地方整備局		大西 良純	関西大学環境都市工学部	正会員 石垣 泰輔
京都大学防災研究所	正会員	馬場 康之	京都大学防災研究所	正会員 戸田 圭一

1. はじめに

近年、都市部には人口や資産が集中しており、地上・地下空間においてますます開発が進んでいる。一方で、水害発生時には地下空間は氾濫水が流入する危険性が高い場所である。地下空間浸水時における避難困難度に関しては、これまで大西ら¹⁾によって評価・検討がなされてきた。しかし、それは成年を対象にしたものであり、水害発生時に自力での避難が困難である高齢者を想定したものではない。そこで、本報告では高齢者体験セットを用いて実物大模型実験を行い、高齢者を想定した避難困難度の評価・検討を行った。

2. 実物大模型を用いた避難実験

本報告で示す実験結果は、京都大学防災研究所宇治川オーブンラボラトリーに設置された実物大階段模型および関西大学に設置された実物大通路模型を用いて行われたものである。

階段模型実験は地下空間浸水時における地下街出入口、および付随する通路からの避難を想定したものであり、踏み板長さ 0.3m、蹴上げ高さ 0.15m で合計 20 段からなる階段部と、階段の最下部分より連結する 10m の直線状の通路部で構成されている。なお、階段・通路部の水路幅はともに 1m である。

図-1 に概要を示す。実験では、階段部最上段より流入する氾濫水の水深（以下、地上水深）を 10～40cm の範囲で変化させ、避難時間を測定した。服装はスニーカー、胴長、高齢者体験セットで行った。

通路模型は、全長 30m、幅 1m であり、浸水した地下通路からの避難を想定している。図-2 に概要を示す。実験での水深条件については、非浸水状態の 0cm と浸水状態の 20cm、30cm、40cm、50cm の 5 ケースとし、浸水時にはさらに流速 0cm/s、流速 50cm/s と条件を変えて避難時間を測定した。服装はスニーカー、高齢者体験セットで行った。

また、実験終了後には被験者に対して簡単なアンケートを実施している。なお、高齢者体験セットは、肘・膝に拘束具を、背中にプロテクターを、手足には重りを着け、加齢に伴う身体の変化が与える、日常生活の不自由さを体験するものである。成年の高齢者体験セット着用時の歩行速度は、高齢者白書に示された年齢と歩行速度の関係から、約 70 歳の歩行速度に相当するものと判断した。

3. 避難困難度の検討

(1) 実物大階段模型を用いた避難実験

図-3 に階段部の避難速度の結果(男性)を示す。高齢者体験セットが最も避難速度が遅くなるという結果となった。地上水深 10cm ではスニーカーが 0.61m/s、高齢者体験セットが 0.51m/s となり、40cm ではスニーカーが 0.50m/s、高齢者体験セットが 0.40m/s であった。この結果から階段部の浸水状態では、高齢者体験セットはスニーカーに比べ約 2 割避難速度が低下することが明らかになった。実験後に被験者に対して実施したアンケートによるキーワード：都市水害、地下空間、実物大模型実験、高齢者体験セット、比力、避難困難度

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35, TEL/FAX (06)6368-0857

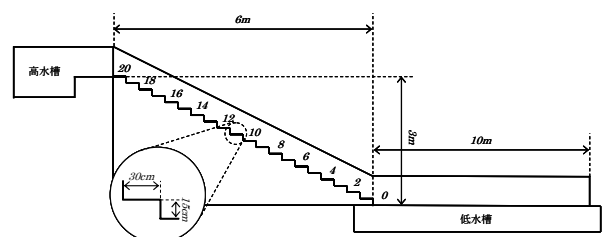


図-1 階段模型の概念図

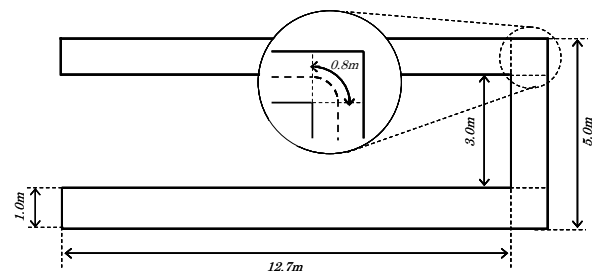


図-2 通路模型の概念図

ると、地上水深 30cm で歩行が困難になることから、地上水深 30cm を避難困難とした。

(2) 実物大通路模型を用いた避難実験

図-4 に通路部の避難速度の結果(男性)を示す。非浸水状態のとき、高齢者体験セットの避難速度は、スニーカーの避難速度より約 2 割低下した。浸水状態の水深 20cm～50cm では、どの水深でも約 1 割低下している。このことから、通路においても高齢者のほうが避難困難になることが確認できた。

(3) 避難困難度の評価

評価の方法は、大西ら¹⁾ が用いた単位重量あたりの運動量と水圧の和である単位幅比力(以下、比力)： $u^2h/g+h^2/2(m^3/m)$ で検討している。ここに、 u は流速 (m/s)、 h は水深 (m)、 g は重力加速度 (m/s²) である。この評価法を用いて、階段・通路という 2 つの避難経路について同時に評価している。

男性スニーカーの場合、地上水深 30cm を避難困難とし、そのときの比力は $0.125 m^3/m$ となった。それに対する避難速度は図-5 の避難速度と比力の関係から $0.6 m/s$ となる。また、高齢者の歩行速度は成年に比べ 8 割に減少する。これは高齢者白書に示された年齢と歩行速度の関係からわかり、同様に比力も 8 割に減少すると予想される。これより、男性高齢者の比力は成年の $0.125 m^3/m$ を 8 割に減少させて $0.100 m^3/m$ とする。そのときの避難速度は図-6 から $0.55 m/s$ となる。

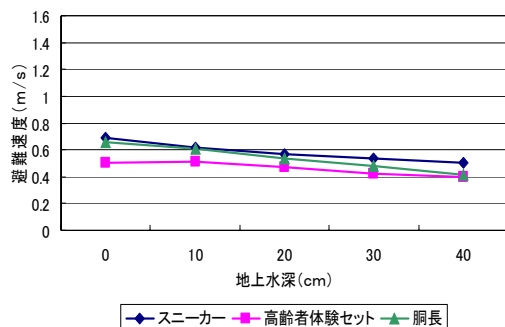


図-3 階段部の避難速度 (男性)

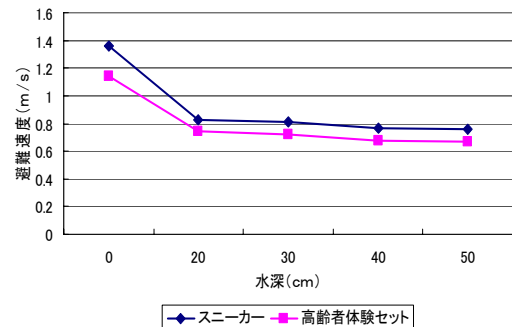


図-4 通路部の避難速度 (男性:流速なし)

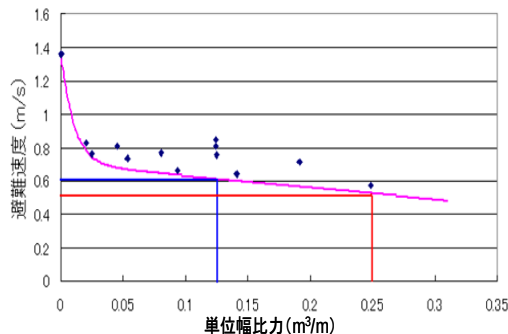


図-5 避難速度と比力 (成人男性スニーカー)

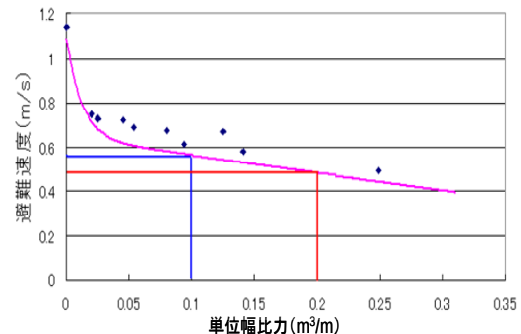


図-6 避難速度と比力 (男性高齢者体験セット)

4. まとめ

本報告では、高齢者を想定した地下空間浸水時の避難困難度を、比力を用いて評価した。これにより、男性高齢者の避難困難度は比力=0.100 m³/m という値が得られた。

なお、本研究の一部は、「平成 19 年度私立大学等経常費補助金特別補助大学院の基盤整備・拠点重点化支援研究科特別経費 - 研究科分」において、研究課題「都市における水災害被害の軽減法と水辺空間の環境保全法に関する研究」として研究費を受けたものの成果として公表するものである。

参考文献

- 1) 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，第 52 巻，pp841-846，2008