

可搬式ドア模型を用いた地下空間浸水時の安全避難に関する実験的検討

関西大学大学院

学生員○中畑 佳城

奈良市役所

中西 健太

関西大学環境都市工学部

正会員 石垣 泰輔

関西大学環境都市工学部

正会員 島田 広昭

1. はじめに

1960年に始まる経済発展以降、都市の過密化により地下空間の創出などの都市開発が進められている。一方、地球規模での気候変動により集中豪雨が増加しており、地下空間への浸水被害が発生している。排水ができないという構造上、水害に脆弱である地下空間における水害への防災・減災対策について考える必要がある。そこで、本報告では、可搬式実物大ドア模型実験の結果を示すと共に、その結果を用いて、都市部の小規模地下空間における浸水を想定した仮想地下空間からの避難の安全性の検討を行った。また、災害時の危険因子の一つとして防災意識の高さの違いが考えられる。そこで、実験前と後にアンケートによる意識調査を実施し、水防意識について検討を行った。

2. 可搬式実物大ドア模型実験

本報告で使用した可搬式実物大ドア模型は写真-1に示す。模型の構造は、2つの水槽とその間に設置された高さ1.8m、幅0.9mの鋼製のドアから成り立っており、他に用意した水槽からポンプを用いて水を汲み上げ、ドア前面に供給することや、水槽下部に取り付けられた排水パイプを使用することにより、ドア両面の水深を設定できる。なお、この模型は四隅に取り付けられたローラーを使用することによって移動も可能である。

実験では予め被験者に開けることができると思う水深を予想してもらい、その水深に対して被験者が避難可能かどうかを調べた。実験結果を図-2に示す。また、実験ではドアを開け終えるまでに要した時間の計測も行っている。避難時間の計測に際しては、被験者がドアノブに手をかけた瞬間から、開け終えるまでを開扉時間とした。

図-3は2005年度に京都大学宇治川オープンラボラトリーで行った実物大模型実験¹⁾と今回の実験結果をドア前水深と開扉時間を整理したものである。これより、安全側を考慮すると以下の関数で表すことができる。

$$\text{男性} \quad t = \frac{6.0}{0.65 - h} - 7.5 \quad (1)$$

$$\text{女性} \quad t = \frac{2.0}{0.45 - h} - 2.4 \quad (2)$$

ここに、 t は開扉時間であり、 h はドア前部の水深である。

キーワード 地下浸水、避難、実験、アンケート、安全度評価

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35, TEL/FAX (06)6368-0857 (6383)



写真-1 可搬式ドア模型

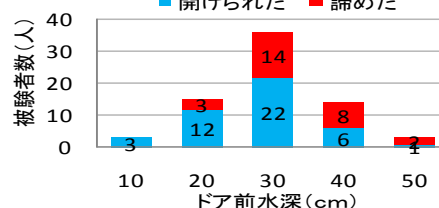
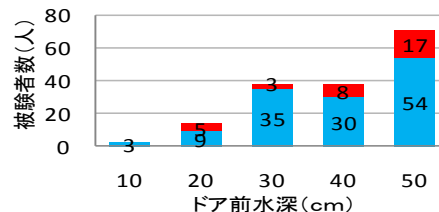


図-2 ドア模型実験

(上段：男性，女性：下段)

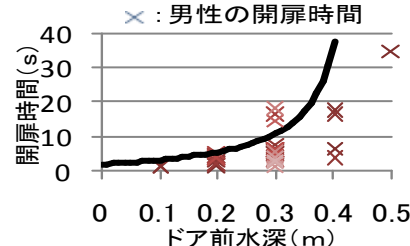
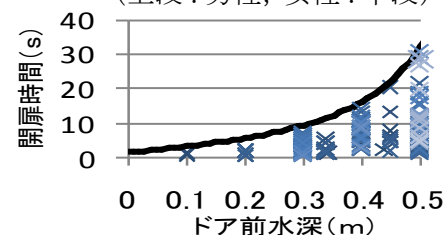


図-3 開閉時間の結果

(上段：男性，下段：女性)

3. 実験結果の適用

本報告では、正方格子を用いた氾濫計算モデルにより、洪水氾濫計算を行った。この計算は、内水氾濫を想定したものであり、内水氾濫時の地上での水深上昇速度は 0.02m/分とし、地上に繋がる階段より流入するものとした。

成人男性のドア部、通路・階段部における自力での安全避難が困難、安全避難が限界となる指標²⁾を表-1に示す。これは、既往の研究と本年度に行われた浸水時の避難体験実験の結果より得られたものである。

避難経路の安全性の検討とは、洪水氾濫計算と避難体験実験に基づく人の歩行速度変化の計算を組み合わせたものである。ここで歩行速度変化とは、通路・階段部では避難者の足元の単位幅比力による歩行速度変化、ドア部ではドア前部の水深による開扉速度変化である。避難対象者は成人男性と設定し、避難開始位置は地下3階の地下室内で避難経路は予め設定しており、図-4において矢印で示している。また、避難開始時間は地下室のドア前部の水深で決定している。

計算結果を表-2に示す。床面積 200 m²の場合、ドア前の水深が 40cm を超えると、自力避難が困難となる。この結果から、安全に避難するにはドア前水深 30cm 未満が望ましいと言える。これは氾濫水が流入してから約 9 分後である。また、高齢者や女性を考慮するとさらに早い避難誘導が必要であると考えられる。

4. 避難の安全性の検討

実験の被験者(235名)を対象としたアンケートを実験終了後に実施しており、ドア模型実験を体験した感想や地下空間浸水時の危険性に関する意識を調べている。

アンケートの結果を図-5に示す。約 9 割の人が予想と結果との差を感じたと答えたことから、水害に対しての認識が甘いことがわかる。また、9 割以上の人々が危険性を感じ、意識向上に役に立つと答えたことから、この実験は防災教育の面からも効果的であると考えられる。

5. まとめ

本研究は、可搬式実物大ドア模型を用いて老若男女を対象とした実験及びアンケートを行った。また、今回行った結果と過去の結果を用いて、仮想地下空間において避難行動計算を行った。これより、成人男性の避難行動を開始すべきドア前水深は 30cm であるという結果が得られた。

参考文献

- 1)石垣泰輔・戸田圭一・馬場康之・井上和也・中川 一：実物大模型を用いた地下空間からの避難に関する実験的検討，水工論文集，第 50 巻，pp583-588，2006
- 2)中畑佳城・浅井良純・石垣泰輔・島田広昭：地下空間浸水時の高齢者避難に関する検討，地下空間シンポジウム論文・報告集，第 14 巻，pp137-144，2009

表-1 避難困難度

	自力避難困難	自力避難限界
通路・階段部	足元の単位幅比力が0.125(m ²)	足元の単位幅比力が0.250(m ²)
ドア部	ドア前部の水深が40(cm)	ドア前部の水深が50(cm)

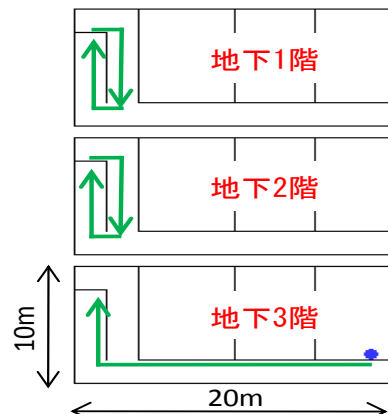


図-4 仮想地下空間図

表-2 避難計算結果

(単位:秒)

成人男性	200m ²
0m	59
0.1m	67
0.2m	76
0.3m	84
0.4m	93
0.5m	115

□ : 安全避難

■ : 自力避難困難

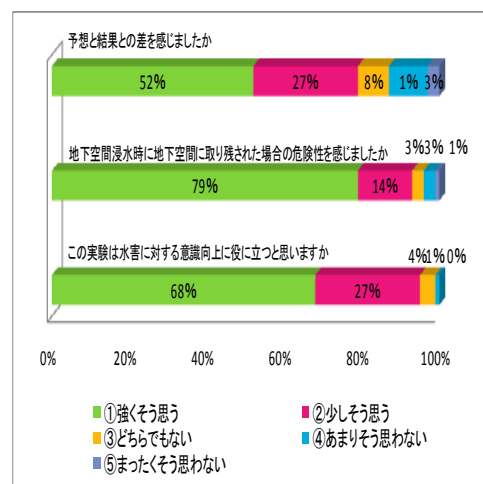


図-5 アンケート結果