

第II部門

浸水時水没車からの避難困難度に関する実験的研究

関西大学工学部	学生員	○青柳政樹
関西大学大学院	学生員	中畑佳城
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，都市部において下水処理能力を超える時間雨量 50 mm以上の激しい雨が多発している．その中で，相対的に位置の低いアンダーパスの浸水被害が生じている．2008年7月28日には京都府向日市で，同年8月27日には栃木県鹿沼市でアンダーパスが浸水し，自動車が水没するといった事故が発生した．

そこで本研究では，実物大の自動車模型を用いて水没車からの避難実験を行い，浸水深が何 cm なら避難できるのか調べた．また，構造格子モデルを用いてアンダーパスにおける浸水解析を行い，水没車から避難した後，浸水したアンダーパスから避難できるのかを調べた．

2. 水没車からの避難実験

京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーに設置されている実物大の自動車模型を用いて写真-1の様子に水没車からの避難実験を行い，浸水深を変えて避難所要時間，避難の成功率，ドアを押し開けるのに要する力を調べた．避難所要時間，避難成功率，ドアを押し開けるのに要する力をそれぞれ図-1，図-2，図-3に示す．

まず図-1の避難所要時間については，浸水深の上昇により避難に要する時間が急激に上昇することがこの実験から明らかになった．中でも運転席ドアは後部座席ドアよりも急激に避難所要時間が上昇している．

次に図-2の避難成功率についてだが，浸水深が低い間は前後のドアで差は見られなかった．しかし，浸水深が上昇するにつれてその差は開き，浸水深 88cm では成功率の差が50%以上開くという結果となった．安全に避難するためには，浸水深が 57.5cm までに避難を開始するべきである．

最後に図-3のドアを押し開けるのに要する力については，運転席ドアは後部座席ドアに比べてドアを押し開けるのに要する力が多く必要であるということがわかった．これは，後部座席ドアが運転席ドアよりも水圧を受ける面積が小さいためこのような結果になったと考えられる．そのため，運転席ドアから避難ができなくても，後部座席ドアから避難できる可能性がある．ただし，これは本研究で用いた自動車の車種や形状において言えることであり，ほかの車種については検討の余地がある．



写真-1 避難実験の様子
避難所要時間

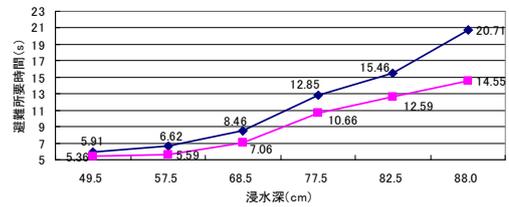


図-1 避難所要時間
避難成功率

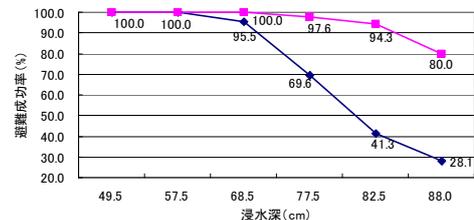


図-2 避難成功率
ドアを押し開けるのに要する力

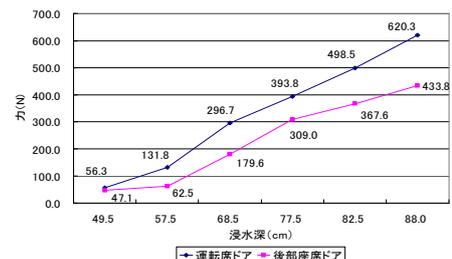


図-3 ドアを押し開けるのに要する力

3. アンダーパスにおける水没車からの避難に関する検討

構造格子モデルを用いてアンダーパスにおける浸水解析を行い、そこからの避難について検討した。解析対象の形状は全長 300m のアンダーパスを想定している。内水氾濫を想定して、地上での水深上昇速度は 0.02cm/min としアンダーパスの両端から氾濫水を流入させた。避難者は成人男性を想定して避難に関する検討を行っている。避難困難度の指標に関しては既往の研究¹⁾で得られた単位幅比力を用いて、

自力での避難が困難となる単位幅比力は $0.125\text{m}^3/\text{m}$

自力での避難が不可能となる単位幅比力は $0.250\text{m}^3/\text{m}$ とした。

避難開始水深 50cm, 40cm の解析結果を図 - 4, 図 - 5 に示す。

まず、図 - 4 の避難開始水深が 50cm の場合であるが、アンダーパスのスロープ付近から避難を開始する場合は安全に避難することができる。しかし、中央付近から避難を開始した場合、水没した自動車から避難ができていてもアンダーパスからは避難できないという結果となった。

次に、図 - 5 の水深を 10cm 下げた避難開始水深 40cm

の場合は、アンダーパス中央付近から避難を開始しても避難でき、この規模のアンダーパスだと、どの部分から避難を開始しても避難できるという結果となった。しかし、アンダーパス中央付近から避難を開始した場合は、スロープに行き着く前に単位幅比力が $0.125\text{m}^3/\text{m}$ を超え、自力での避難が困難な状態となった。そのため、浸水したアンダーパスから避難はできるものの、安全な避難ができないという結果となった。よって安全に避難するためにはさらに早い段階で避難を開始するべきである。

4. まとめ

本報告では、実物大の自動車模型を用いて水没した自動車から避難できる水深などを求め、仮想的なアンダーパスに実験から得られた避難所要時間を適用して避難に関する検討を行った。

結論として、水没した自動車から安全に避難するためには、57.5cm までには避難をすべきであるということが言える。しかし、この水深で避難を開始すると、場所によっては水没した自動車から避難ができて浸水したアンダーパスからは避難できないことがある。避難開始を早めた避難開始水深 40cm では、アンダーパスのどの部分からでも避難が可能なものの、場所によってはアンダーパスからは安全に避難することができない。そのため、アンダーパスのどの場所からでも安全に避難するためにはもっと早い段階での避難が必要であると言える。

参考文献：1) 石垣泰輔・戸田圭一・馬場康弘・井上和也・中川一・吉田義則・多河英：実物大階段およびドア模型を用いた地下空間からの避難に関する水理実験、京都大学防災研究所年報 第 48 号 B 別刷、2005 年 4 月

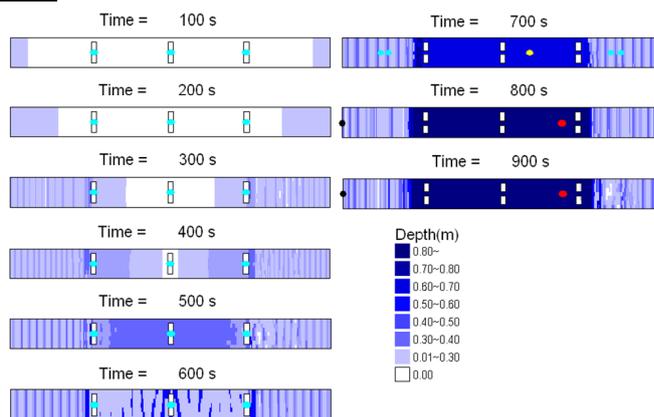


図 - 4 避難開始水深 50cm

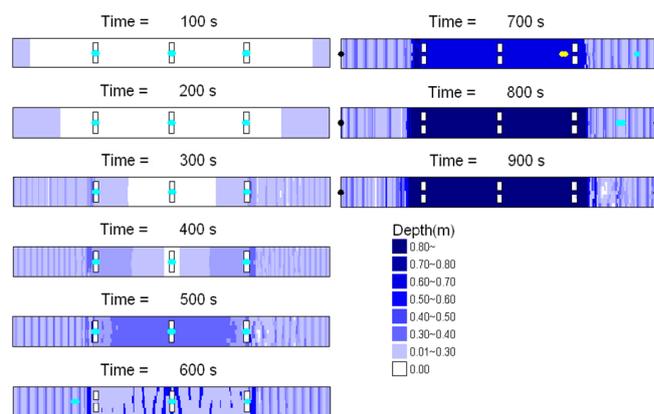


図 - 5 避難開始水深 40cm