

アンダーパス浸水時の自転車による避難に関する体験実験

京都大学大学院工学研究科	正会員	○戸田 圭一
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
野村不動産株式会社	非会員	畠野 睦大
株式会社フジタ	非会員	菊池 未紗

1. はじめに

氾濫時の避難は徒歩であれ、車であれ、大変な危険を伴うことが避難限界に関連した既往研究¹⁾²⁾で明らかにされているが、自転車での避難については、私達の知る限り前例がない。本研究は、「氾濫時にアンダーパスのような場所で自転車を使って人間が避難することがどの程度困難であるか」を、実物大の水路を用いた体験実験から検討し、最終的には自転車避難時の避難限界指標を見出そうとするものである。

2. 自転車走行の体験実験の概要

京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリアの実物大階段模型下流の、幅 1m、長さ約 10mの直線水路(写真 1)に水を流した状況で、被験者が、2種類(26インチと20インチ)の自転車で流れに逆らって水路下流端から上流に位置する階段の終端までを移動する実験を行い、その所要時間を計測した。実験の様子を写真 2 に示す。実験では、水路の流量および下流端の水深を調整し、0.5m/s と 0.25m/s の 2 種類の流速に対して水深を 0.1m から 0.4m まで 0.1m 刻みで変化させ、所要時間の推移を調べた。流速 0.5m/s のときの被験者は 20 名(男性 17 名、女性 3 名)、流速 0.25m/s のときは 13 名(男性 12 名、女性 1 名)であった。被験者の年齢は、50 代以上の男性 2 名を除けば全員 20 代である。被験者は安全のためヘルメットと肘あてを着用した。所要時間の実験データから平均の走行速度を求め、非浸水ときの値で無次元化して無次元走行速度とし、流速、水深との関係を調べた。さらに、浸水時の自転車の走行速度が、水のない状態での歩行速度(1.3m/s)と同等となる水深を新たに「走行困難水深」と定義することで、自転車走行の困難度(正常に自転車をこぐのが難しくなる程度)を評価した。



写真 1 実験に用いた水路



写真 2 実験の様子

一方、被験者にアンケート調査を実施し、氾濫時の自転車走行の難しさを尋ねた。それらをもとに浸水時の自転車による避難の困難度について考察した。なお、関西大学の水理実験場でも、大規模水槽を用いて、流れがない静水状況(流速 0m/s)で水深を 0.1m から 0.5m まで 0.1m 刻みで変化させて類似の自転車走行実験を実施し、宇治川オープンラボラトリアでの流れがある場合の実験結果と比較した。

3. 実験ならびにアンケート結果

図 1 の無次元走行速度と水深との関係を見ると、流速 0.5m/s のときは水深 0.1m、流速 0.25m/s のときは水深 0.2m を超えると無次元走行速度の低減率が大きくなる。また、図 2 より流速 0.5m/s のときの無次元走行速度は、水深 0.2m を超えてから流速 0m/s (静水時)の実験値をかなり下回るようになり、流速の影響で自転車走行の困難度が増してくる。

キーワード 都市水害, 地下浸水, 自転車, 体験実験, 避難

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL&FAX 075-383-3185

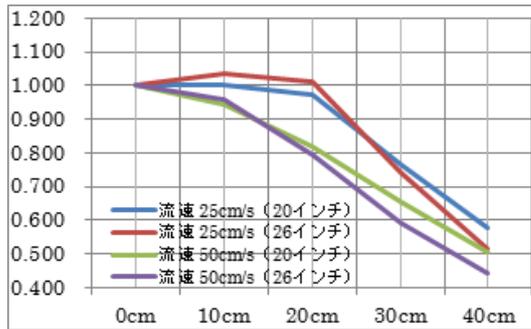


図1 流速 0.5m/s と 0.25m/s の無次元走行速度

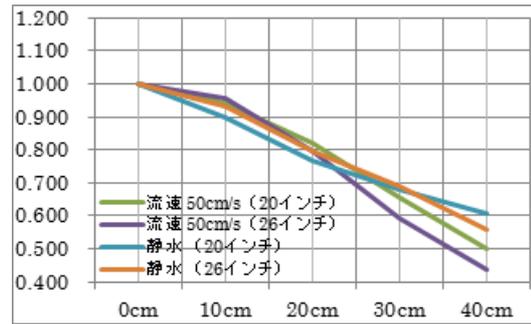


図2 流速 0.5m/s と 静水の無次元走行速度

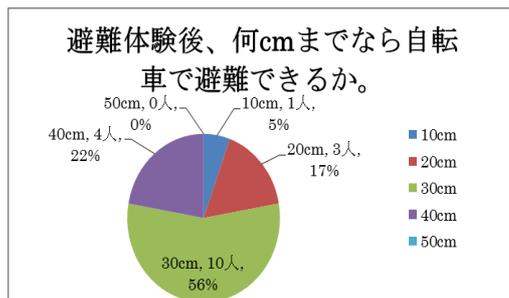


図3 アンケート結果 (自転車避難限界)

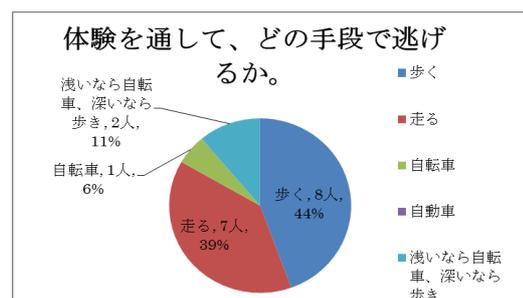


図4 アンケート結果 (避難手段)

一方、図3、図4の体験後のアンケートによると、流速 0.5m/s の条件下での避難可能水深として、0.3m 以下という回答が約 75% を占めた。また、体験後は避難手段として自転車ではなく、歩行あるいは走るという回答が 80% 以上となった。最後に、図5の全実験ケースの走行速度と水深の関係から、走行困難水深は、図中の赤いラインをもとに、流速 0.5m/s のとき水深 0.2m、流速 0.25m/s のとき水深 0.3m、静水時は水深 0.4~0.5m となった。なお、水深の増加につれて 26 インチの方が 20 インチより走行しにくくなることを付記しておく。

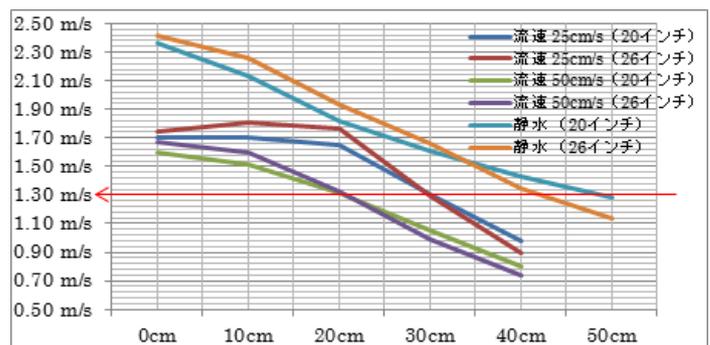


図5 流速 3 ケースの走行困難水深

4. おわりに

実験およびアンケート結果から総合的にみて、今回の実験での流速の範囲では、水深0.2m~0.3mが自転車走行の困難度の一つの指標になると考えられる。走行の困難さを考慮すると、避難手段として自転車を使用することは有効とは考えづらい。今後、被験者の数を増やしたり、もう少し大きな流速を与えたりして、実験結果の信頼性を高めていきたい。

最後に、実験に協力いただいた京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリの吉田義則氏、ならびに京都大学水理環境ダイナミクス研究室、関西大学環境都市防災工学研究室の関係者に心より感謝の意を表します。

参考文献

(1) 例えば、亀井勇：台風に対して、天災人災住まいの文化誌，ミサワホーム総合研究所，1984。
 (2) 馬場康之・石垣泰輔・戸田圭一・中川一：水没した自動車からの避難に関する実験的研究，水工学論文集第 53 巻，pp.853-858，2009。