

水没車の挙動に与える流れと車両数の影響について

関西大学大学院理工学研究科	学生会員	○吉川 雅志
関西大学大学院理工学研究科	学生会員	森本 洋介
関西大学環境都市工学部	正会員	石垣 泰輔
京都大学大学院理工学研究科	正会員	戸田 圭一

1. はじめに

近年, 気候変動の影響により, 50mm/h を超える降雨の頻度が増加傾向にあり, 各地で水害を引き起こし, 氾濫水によりアンダーパス等や地下駐車場が浸水することで, 車両が流されるなど問題となっている. 神戸や長崎のような急傾斜の傾斜を含む都市では, 洪水氾濫時に車が流され, 互いに衝突するような危険性が十分予測される. このことから本研究では, 水災害時, 漂流限界を超え, 車両が流され始めた後, どの程度の速度で漂流し, どのように流されるかを明らかにするため, 限界掃流条件および漂流速度を模型実験により検討するとともに, 急傾斜の都市での複数台の車の漂流や衝突過程を定性的に検討するために, 縮尺 1/60 の仮想の急傾斜市街地模型に車模型を設置して通水し, 定性的な検討を行った.

2. 限界掃流条件および漂流速度に関する実験

(1) 実験内容および方法

実験には, 関西大学に設置された, 幅 50cm, 長さ 13m の可変勾配直線水路を用いた. この水路に, 写真-1 に示す縮尺 1/18 のミニバンの模型, 写真-2 に示す縮尺 1/16 のスポーツセダンの模型を設置し, 流水実験を行った. 本実験では模型の重量を補正し, 模型と実物の見かけの密度の比率を 1 に合わせて実験を行い, この実験で得られた結果をフルードの相似則を用いて実物大に変換した. これ以降の実験結果の数値は実物値で示す.

実験は水路の流量を変化させるとともに車模型の向きを変化させ, 車の掃流状況を観察した. 漂流速度は限界掃流状態から流量を増加させていき, それぞれの模型で各勾配, 各角度 5 回ずつ計測を行った. その様子をビデオで撮影し, 2次元運動解析ソフト DIPP-Motion2D を用いて漂流速度を測定した. 水路の勾配は水平, 1/800, 1/400, 1/200, 1/100, 1/50 の 6 ケースを設定した. また, 車模型の向きを, 水の流れ方向に対して 0° (上流向き), 180° (下流向き) の 2 パターンで実験を行った.

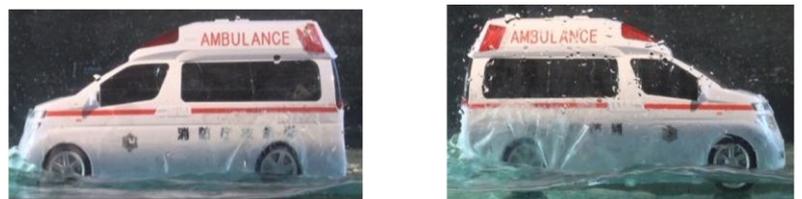


写真-1 ミニバン (0°, 180°)



写真-2 スポーツセダン (0°, 180°)

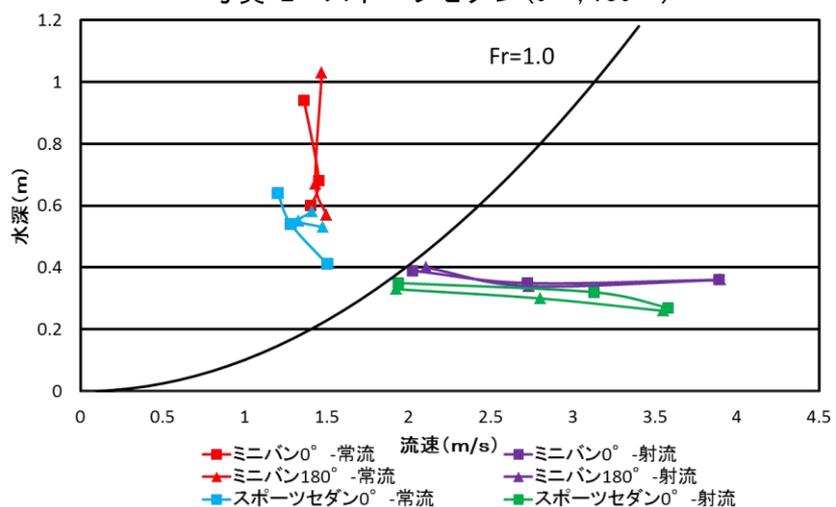


図-1 限界掃流条件

キーワード 限界掃流条件, 漂流速度, 水没車, 模型実験,

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番地 35 号 TEL 06-6368-1121 (内線 5890)

(2) 実験結果および考察

得られたミニバン及びスポーツセダンの限界掃流条件を、常流と射流を区別して図-1 に示す。

図より、常流の場合では、1.4m/s 程度の流速になると車は流されだし、射流の場合では、0.4m程度の水深になると車が流され始める事がわかる。

漂流速度の、ミニバンの結果を図-2 に示し、スポーツセダンの結果を図-3 に示す。両車種ともに、 0° と 180° で漂流速度に大きな差は見られなかった。水理条件で比較すると、常流の場合は、車により堰上げられていた上流側の水が段波状に流下するため、車を波壁としない場合の断面平均流速を上回る初速度で流下する場合があるのに対し、射流の場合は、漂流速度は流速の7割程度となっている。このことから、常流の場合では、漂流初期に高速で移動するため避難時に注意が必要だと言える。

3. 急傾斜市街地模型を用いた車の漂流実験

車漂流への地形の影響および複数台での挙動を検討することを目的とした実験を行った。用いた市街地模型は、急傾斜の道路や交差点、道路沿いの建物を取り込み、また、氾濫水により車が浮遊・漂流・堆積する状況を表現できるものとしている。実験に用いた市街地模型を写真-3 に示す。道路上に設置する車模型の位置や台数を変化させて車の移動の様子を調べている。交差点付近で漂流した車が停止して堆積する状況が現れたり、下流端で車が激しく重なり合うような状況が現れたりしている。

4. おわりに

限界掃流条件、漂流速度とともに、常流と射流において、異なった傾向が得られることがわかった。アンダーパスの入口など、勾配を有する場所では、流れが射流となり、流速が早く、車が流されやすい。漂流車はその約7割の速度で流れてくるため、車の存在する坂道の下にいることは危険であると考えられる。地下駐車場のような平坦な場所は、水害が発生した時に、常流状態になり、流速が大きいため車は流れにくい、車の漂流初速度が速いために、避難の際に、漂流物への注意が必要である。

都市水害時に漂流する車が、人や構造物に危害をもたらすことには明らかである。また車のみならず市中の様々な物も漂流物となり得る。大規模な氾濫時に漂流物をもたらす危険事象の予測ならびにその対応策がこれからの重要な研究課題である。

参考文献

- 1) 高垣裕彦・石垣泰輔・戸田圭一・西田知洋：水災害時における水没車の移動限界に関する実験的研究，土木学会関西支部年次学術講演会，講演概要集，II-27，2011.
- 2) 戸田圭一・石垣泰輔：都市水害の実験による検証-その1 水害時の車に関わる事象- 1982 長崎豪雨災害から30年，自然災害科学，31-3，p192-195，2012.

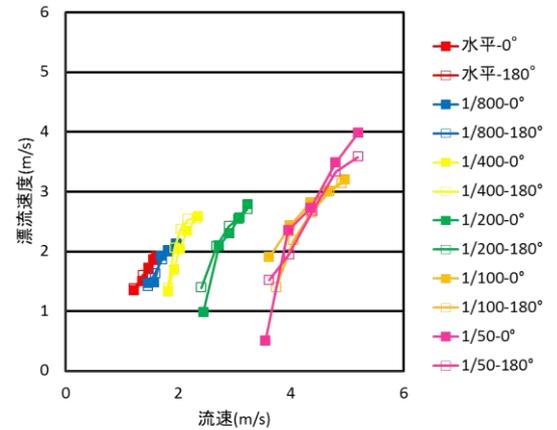


図-2 漂流速度(ミニバン)

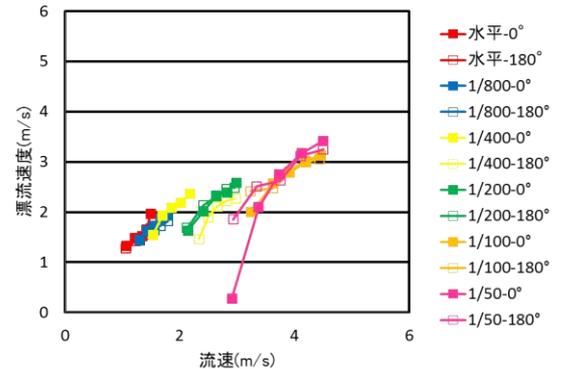


図-3 漂流速度(スポーツセダン)



写真-3 急傾斜市街地模型