

氾濫時の車の漂流危険性について

京都大学大学院工学研究科 戸田圭一
関西大学環境都市工学部 石垣泰輔
関西大学環境都市工学部 尾崎平



2014/03/11

従来の水害時の車に関する研究

アンダーパスで浸水した車からの避難

氾濫時に危険な箇所⇒鉄道や道路の高架下のアンダーパス

- ・周囲より2mあるいはそれ以上、地盤が低い箇所。
- ⇒氾濫時には浸水深が1mを越える場合もある。
- ・誤って進入した車からの脱出は、水圧をうけて困難。
- ・多数の事故事例

⇒2008年夏の栃木県鹿沼市での事故

実物大の車模型を用いた体験実験に

より、その危険性を検討。



2

浸水時の危険性を定量的に評価

⇒避難限界指標の作成

車からの脱出

車内が浸水していないという想定：

前のドアの幅は約100cm

成人男性の場合：

地上から75~80cmの水深(ドア底部からは45cm程度の水深)が脱出限界

・ドア面積の小さな後部座席からのほうが脱出しやすい。

・ドアの大きな車、低い車は要注意



3

車の漂流に関する検討

香港の過去の水害



洪水氾濫

水害の発生

津波

車両が水没し、流される被害が発生している。

- ・人が車に取り残されたまま車ごと流される。
- ・避難経路が車両で塞がれ、避難に支障をきたす。
- ・流された車両が構造物に衝突し、構造物が破損する。

4

車が流されて生じた水難事故の過去の事例

・1982年7月の長崎大水害：約20名が車の流失や、車内にいた際に土砂崩れにあうなどして死亡。

・2009年8月の兵庫県佐用町の水害：車が流されたことによる死亡事故発生(高速道路から一般道に降りた後、道に迷う。)

・2010年7月の岐阜県可児市の水害：河川からの氾濫によりトレーラーや乗用車が流され、3名が死亡。

1. 車が流される限界掃流条件、及び漂流状況を調べるために水理模型実験を実施。

実験1：限界掃流条件

- ・車両が流される移動限界状態を求める。

実験2：漂流した後の漂流速度

- ・車両が流される際の速度とその様子を調べる。

2. 実験値を実物大値に変換する。

(縮尺1/10のセダン模型、1/18のミニバン模型を使用)

3. 実物の限界掃流条件、および、漂流速度を求める。

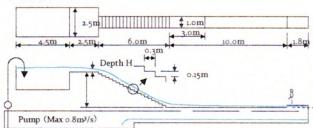
6

漂流限界実験概要

場所: 京都大学防災研究所

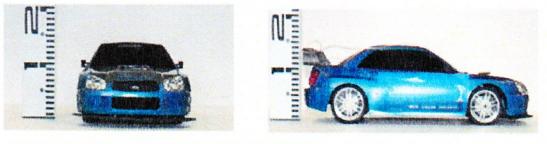
- 方法: 水路に縮尺1/10、1/18の車模型を配置し、流量(流速・水深)を変化させることで、どの程度の流れで車が流され始めるかを実験的に検討した。
- 車の見かけの比重は合わしている。

実験水路



7

実験に用いた車の模型



スバルインプレッサ 縮尺1/10

模型寸法: 長さ0.47m、幅0.20m、高さ0.15m 重さ1350g(調整後)



ニッサンエルグランデ(救急車タイプ) 縮尺1/18

模型寸法: 長さ0.26m、幅0.10m、高さ0.12m 重さ384g(調整不要)

実験条件(車両)

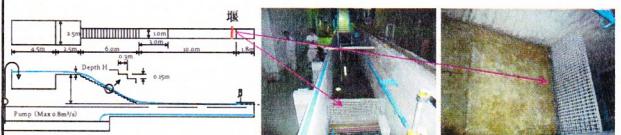
- サイドブレーキが掛かっている場合
(水の流れ方向に対して0°) caseA
- サイドブレーキが掛かっていない場合
(水の流れ方向に対して0°) caseB-1
- サイドブレーキが掛かっていない場合
(水の方向流れに対して90°) caseB-2
- サイドブレーキが掛かっていない場合
(水の流れ方向に対して45°) caseB-3

車両の向き



実験条件(流れ)

- サイドブレーキが掛かっている場合
(水の流れに対して0°) caseA'
- サイドブレーキが掛かっていない場合
(水の流れに対して0°) caseB-1'



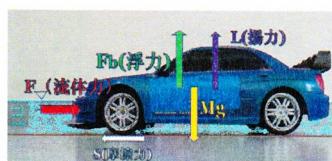
・水路下流端に堰を設けることで、流速と水深の関係を変化させた場合においても検討を行った。

10

実験ケースと漂流限界条件

ケース	ブレーキの有無	向き(角度)	堰の有無	漂流限界条件(括弧内の値は実物換算値)			
				セダン(縮尺1/10)		ミニバン(縮尺1/18)	
				流速(m/s)	水深(m)	流速(m/s)	水深(m)
A	有り	0	無し	0.63 (2.00)	0.041 (0.41)	0.55 (2.35)	0.035 (0.63)
B-1	無し	0	無し	0.50 (1.57)	0.030 (0.30)	0.41 (1.74)	0.024 (0.43)
B-2	無し	90	無し	0.63 (2.00)	0.041 (0.41)	0.51 (2.16)	0.032 (0.57)
B-3	無し	45	無し	0.57 (1.80)	0.036 (0.36)	0.52 (2.19)	0.032 (0.57)
A'	有り	0	有り	0.38 (1.20)	0.069 (0.69)	0.37 (1.57)	0.067 (1.21)
B-1'	無し	0	有り	0.33 (1.05)	0.051 (0.51)	0.29 (1.24)	0.039 (0.70)

11



$$F = S = \mu(Mg - F_b - L)$$

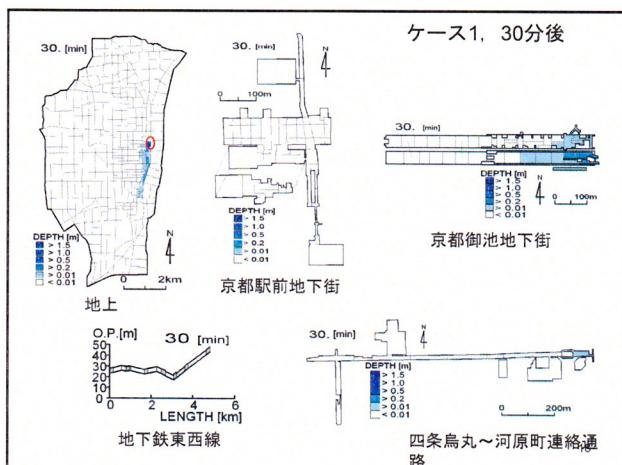
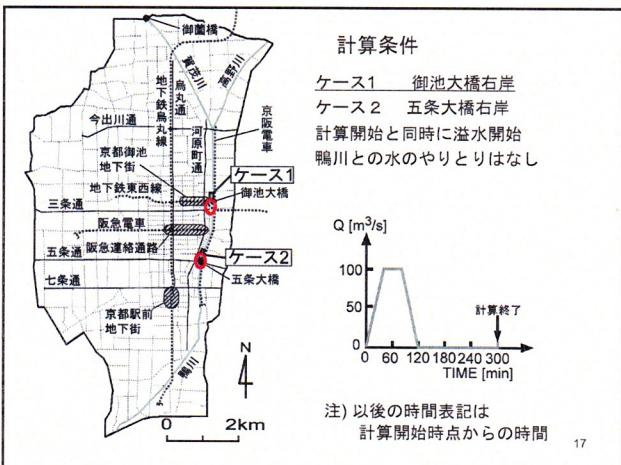
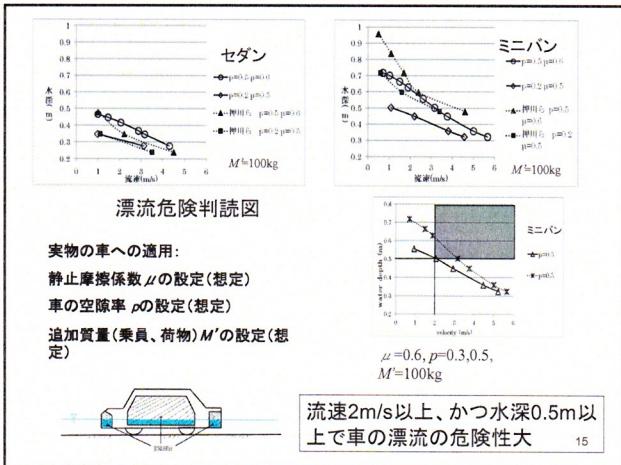
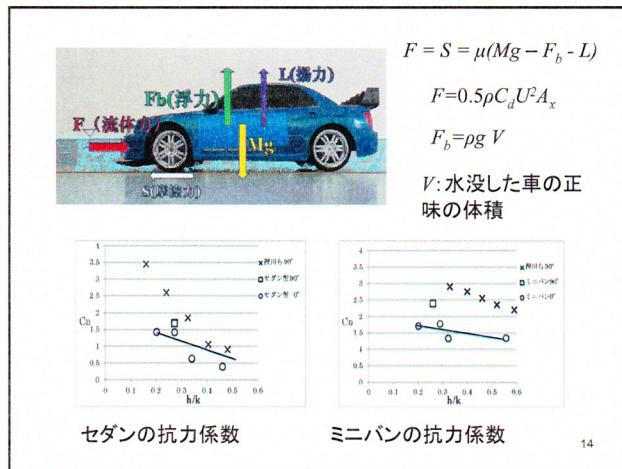
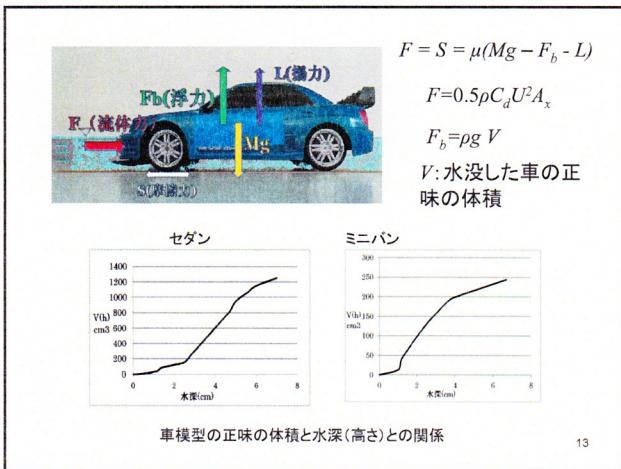
$$F = 0.5\rho C_d U^2 A_x$$

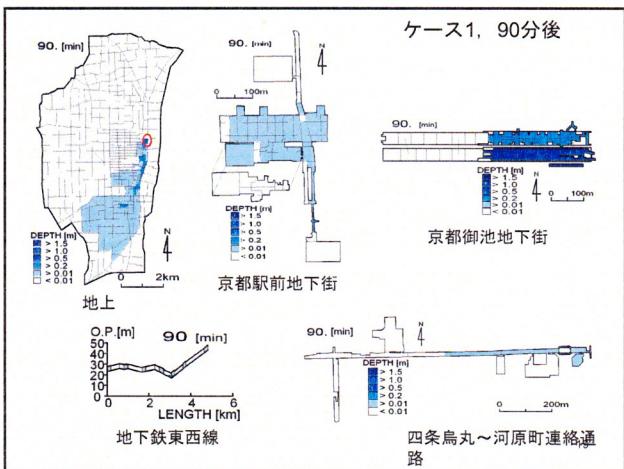
$$F_b = \rho g V$$

V: 水没した車の正味の体積

模型	角度(°)	サイドブレーキ	静止摩擦係数
セダン	0	無し	0.072
	0	有り	0.26
	90	無し	0.565
ミニバン(救急車)	0	無し	0.1
	0	有り	0.42
	90	無し	0.65

12

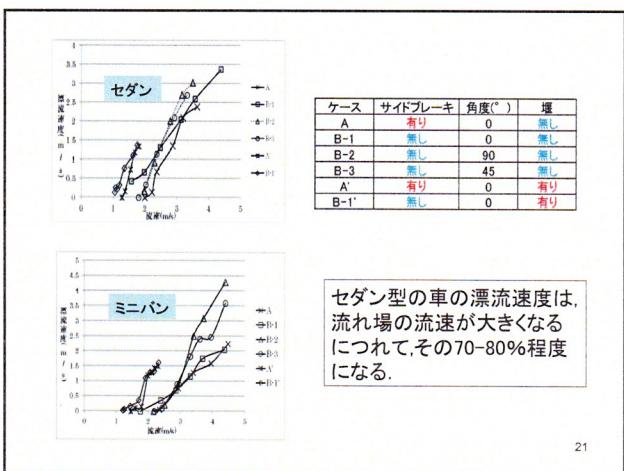




漂流実験概要

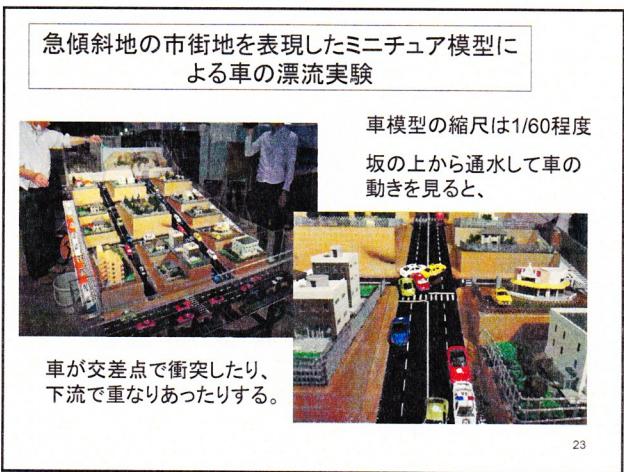
- 場所: 京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリ

- 方法: 漂流速度を検討するため、ビデオカメラを設置して撮影を行い、2m区間を漂流する時間を計測した。



今後の課題

- 車に作用する力の計測の精度向上
- 車の中にどの程度、水が入るのか？
- 模型の車種の変化
- 実物の車と模型の車の違いの影響度の検討
- 車の漂流挙動の詳細な検討
- 漂流限界指標や漂流速度の、様々な氾濫解析への適用



23

急傾斜地の市街地を表現したミニチュア模型による車の漂流実験

最悪の場合、香港の水害のようなことが起こるのではないか！



24

望まれる自動車の水難事故防止策

1. 洪水氾濫時の交通規制:

- ・渕中の行政の対応
- ・河川管理者、道路管理者、防災担当者の連携
- ・アンダーパスへの侵入防止策

2. ドライバーへの迅速な情報伝達と情報の高精度化:

- ・GPS技術の進展による情報伝達の高度化
- ・気象予測・洪水予測の高精度化



25

3. ドライバーの自助意識の向上:

- ・防災教育の徹底

望まれる自動車の水難事故防止策

4. 市民の意識の向上:

- ・防災教育の徹底(実物模型とミニチュア模型の活用)



26

氾濫時の自転車による避難実験

直線水路に通水し、被験者の体験実験から浸水時の避難困難の程度を検討

被験者20名(男性13名、女性7名)

流速:0m/s, 0.25m/s, 0.5m/s、
水深:0~0.4m/s

自転車:20インチ、26インチ。

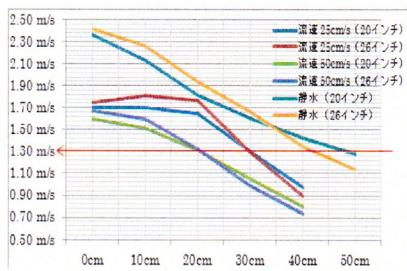
走行速度を計測。アンケート調査を実施。



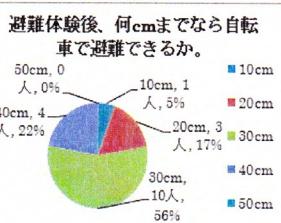
非浸水の状態での人間の歩行速度1.3m/s

自転車:水深20cm、流速0.5m/s

水深30cm、流速0.25m/s で同じ速度



自転車避難の実験: 流速0.5m/sを体験した後でアンケートを実施。



今回の流速の範囲では、水深が0.3m程度で、自転車での避難は限界となる可能性大。

Thank you for your kind attention.

