

戸田圭一・石垣泰輔
馬場康之・尾崎平

2009/10/31

都市水害時の地下浸水

'99 Fukuoka
'99 Fukuoka
'03 Fukuoka

180° 折れ階段

$q=0.60\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ (地上浸水深0.5m)

縮尺1/30の地下街の模型

地下空間の危険性

- 容積(面積)が小さいため、地上の氾濫水が流入してくると、水深が急激に増大する。
- 地上への避難経路となる階段から水が流入してくるため、流れに逆らっての厳しい避難行動を強いられる。
- 押し開きのドアの前面に氾濫水が溜まれば、地下室からドアを開けての避難が困難となる。

⇒ 最悪の場合、死亡事故が発生する可能性

⇒ 避難限界を明らかにするために、実物大の模型を用いた体験型の避難実験を実施

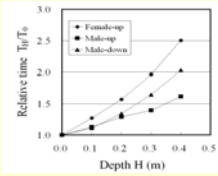
階段部での避難時間測定と状況の観察

- 被験者が階段を上る時間を避難時間として測定
- アンケート調査
- 0, 10, 20, 30, 40cmの5ケース
- 理想的状況

実物大階段模型による避難体験実験

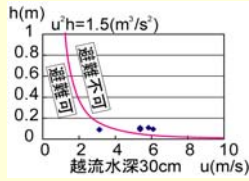
地上の水深 10cm~50cm

実験結果



非浸水時に対する浸水時の避難時間の比率(T_H/T_0)

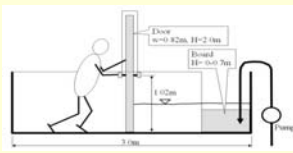
越流水深30cmで、非浸水時に比べて男性は1.5倍、女性は2倍の避難時間を要する。



流速と水深の水理指標、避難時間の変化、アンケート調査結果、今回の実験状況などから総合的に判断して、

地上の浸水深30cm相当での流入状況が成人の歩行避難の限界。

実物大ドア模型による避難体験実験



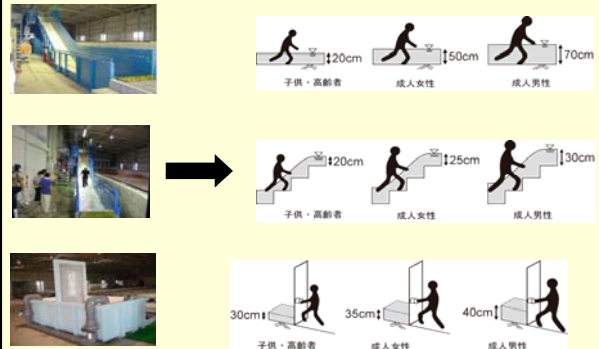
ドア前面の水深と水圧の関係

ドア前面の水深 (cm)	ドアにかかる水圧 (kgf) (ドアの幅80cm)
20	16
30	36
40	64
50	100



実物大ドア模型の概要 (左図) と写真 (右)

水深Hを変化させて実験: 成人男性では水深40cmを越えると開閉困難となる。



教育イベントへの展開

- ・京都大学宇治キャンパス公開
宇治川オープンラボラトリ公開ラボ (2004年度より毎年)
- ・日本学術振興会 ひらめきときめきサイエンス
2007年度 京都大学 地下浸水時の怖さを体験しよう
2009年度 関西大学 体験しよう! 水害時の避難
～君は水没した扉を開けることができるか?
- ・2008年度 関西大学 大阪府イベント(ぼうさい屋市)への協力

実験での留意点(安全対策)

階段避難実験



ヘルメットの着用

安全帯の装着(実験条件による)
担当教職員3名以上で実施

ドア開閉実験



ドアによる指詰めに注意
担当教職員が常に傍らに待機

2007年度のひらめきときめきサイエンス参加者の声（一部抜粋）

小学生から・・

・はじめて浸水体験をして、もしも日常生活でおこってしまうと大変で救助がないと逃げられなくなってしまうと「こわいな」と思いました。

・もし洪水が起きた時にどうすればいいとか水のこわさがわかったので、すごくいい体験になりました。

中学生から・・・

・水の恐さなどがよくわかった。家に帰ったら、この事について家族と話したい。

・自分の体で、水災害を体験できてよかった。

2007年度のひらめきときめきサイエンス参加者の声（一部抜粋）

保護者から・・

・なければならぬにこしたことはないが経験してみないと分からないことはたくさんあり、見ただけ、床上浸水〇〇cmなど聞いただけでは、「そのくらいなら大丈夫なんじゃないか」と過信してしまう。実際に体験することで、とてもよくわかった。とても大切なことだと思う。

・地下浸水の恐ろしさを体験できたことにより、意識が深まりました。

体験学習の有用性・重要性

ひらめきときめきサイエンス(関西大学)



座った状態(車からの避難)



立った状態(地下室からの避難)

2009年度のひらめきときめきサイエンス参加者の声（一部抜粋）

(高校生の声)

・水害の危険性がわかった。

・雨の日は地下に行かんとこーと思った。

・今日のプログラムは災害の時に役立つと思った。

・楽しいと言うよりは、災害時に役立つ知識になった。

・大切な内容が、わかりやすく説明されていたので身近に感じたと同時に意識しようと思いました。

2009年度のひらめきときめきサイエンス参加者の声（一部抜粋）

(高校生の声)

・興味がわきました。実験は参加できて良かった。やってみないとわからないなと思いました。自分の家がもし水害にあったときにちゃんと逃げられるようにしたいと思いました。

・地下での水難の怖さがわかった。

・実際にドアを開ける実験がおもしろかった。

・とても楽しかったです。とても興味深い内容と実験で面白かったです。

・普段できない体験ができてよかった。

水防災教育への今後の取り組み

1. 水の力の強さを知る体験教育:

ドア模型や水路模型などを用いた体験実験
(ポータブルな実験機器の開発)

2. 疑似体験できるソフトウェアの開発:

コンピュータ・グラフィックの活用
超小型カメラを活用した水理模型実験の映像

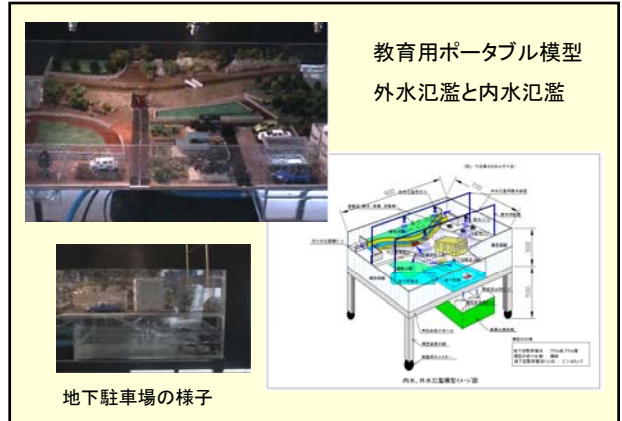
3. 動的な教材の開発:

小型模型による洪水氾濫事象の紹介
DVDビデオ教材の工夫

「自助」意識の向上 産・官・学・NPO との連携



平成21年1月17日 大阪府イベント(ぼうさい
昼市)
於:天満橋 八軒屋浜船着場



教育用ポータブル模型
外水氾濫と内水氾濫

地下駐車場の様子

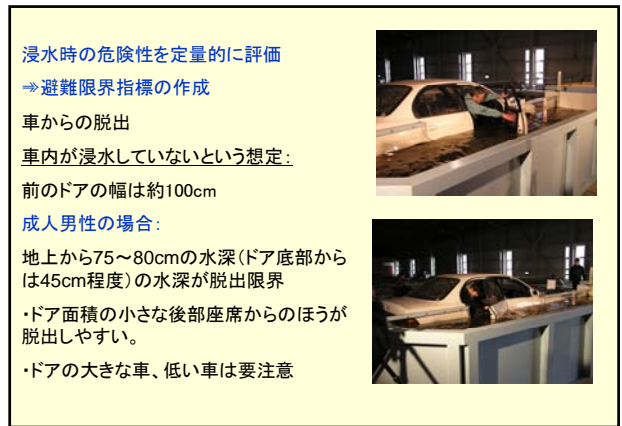


アンダーパス部での自動車浸水時の避難

エンジンなど機械部分は取り外している。

車内も浸水するのでシートは防水している。

地面からドア底部までの距離はおよそ30cm



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



地下浸水時の救助(実物大の階段を用いた訓練)

救助には複数名が必要

防火服は浸水者の救助に不適



Thank you for your kind attention.

有難うございました