

1. 研究目的

近年、突発的な集中豪雨の発生により日本各地で甚大な被害がもたらされている。また都市部においては高度な土地利用が図られ、地下空間の利用が進んでいる。この集中豪雨と地下空間の増加により、都市部では地下室や地下街などが浸水し重大な災害が発生している¹⁾。本研究では、広島駅前地下空間を対象に数値計算を行い、流入した水の挙動を明らかにすることを目的とする。

2. シミュレーションモデルの概要

図1に地下広場平面図²⁾をもとに作製した幾何モデルを示す。幾何モデルは縮尺1/10とし、直交座標で10(m)×0.3(m)×3(m)の大きさとした。格子数はX軸方向に100格子、Y軸方向に2格子、Z軸方向に30格子の6000格子とした。図2に示すように流入入口を1カ所、流出口を8カ所設置した。流入速度は国土技術政策総合研究所の実験式³⁾から導出した値を、フルード相似則を用いて0.3m/sと設定した。流入速度の違いによる水の挙動を検討するため、表1に示す3ケースの流入速度を設定した。全計算時間400秒(実時間で約20分)、時間刻み0.001秒とした。解析にはCFD2000((株)CAEソリューションズ)を使用し、有限体積法とVOF(Volume of Fluid)法を基礎とした物理モデルを用いて計算を行った。

3. 計算結果

(1) 浸水状況の比較

図2に各ケースの計算結果(VOF=0.5)を示す。以下の説明において時間、距離の値は全て原型での値に換算した値を示す。全てのケースにおいて流入した水は、流入入口から扇状に広がっていることが分かる。図3に水の広がりの比較を示す。横軸にX軸方向における最大浸水距離、縦軸にZ軸方向における

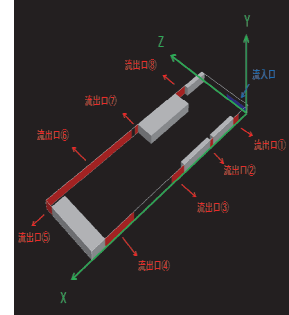


図1 幾何モデル

表1 流入速度

	CASE1	CASE2	CASE3
流入速度	0.1m/s	0.3m/s	0.5m/s
実流入速度	0.3m/s	1.0m/s	1.6m/s

最大浸水距離をとり各ケースごとに示した。各ケースにおいて、左側から1秒、2秒、3秒の値を示している。CASE1とCASE2は実流速が約3.3倍に対して、X軸方向の最大浸水距離は各時間において約2倍、Z軸方向の最大浸水距離は解析範囲の終端部に達している3分後を除く時間において約1.3倍という値を示して推移している。CASE1とCASE3では、実流速が約5.3倍に対してX軸方向の最大浸水距離は各時間において約2.8倍の値を示しながら推移している。Z軸方向においては1分後に1.4倍の値を示しているのに対し、2分後に約1.7倍の値を示し、既に解析範囲の終端部にまで水が到達していることから、CASE3のZ軸方向に関しては最大浸水距離の広がる割合が大きいことが分かる。

(2) 水深の比較

図4にX=50mの位置にある流出口③における流速の違いによる水深の比較を示す。横軸に時間時間T(s)、縦軸にY軸方向における水深Y(m)を幾何モデルの高さH(m)で無次元化した値をとり、水が観測点

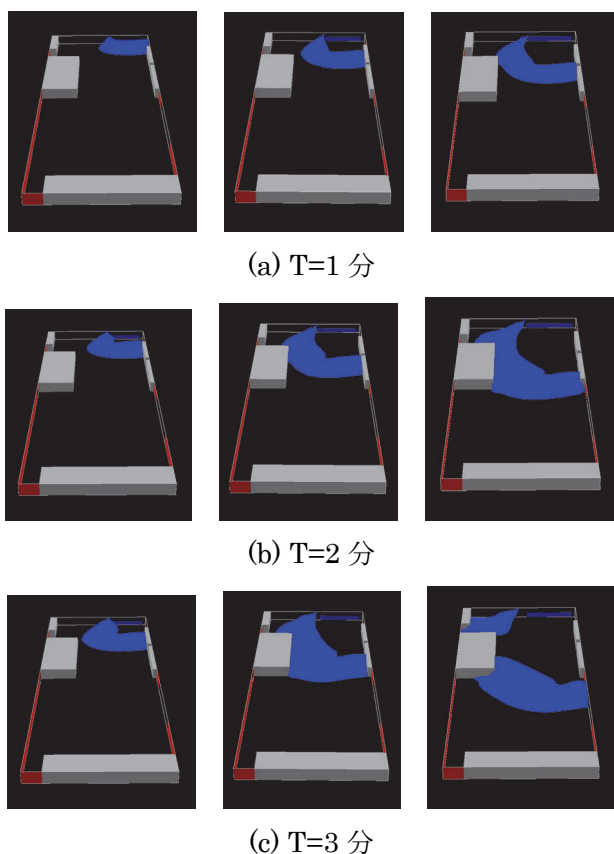


図2 流入速度の違いによる浸水状況の比較(左 : CASE1, 中 : CASE2、右 : CASE3)

に到達した時点を 0 秒として水深の経時変化を示した。国土交通省による洪水避難時に水中歩行できる領域の表¹⁾をもとに導出した一般的な成人男性の平均身長(170cm)の人の避難の限界水深では、水中歩行できなくなる水位に達するまでの時間は CASE2 では 4.5 秒、CASE3 では 2 秒となり、水が到達してから非常に短い時間で避難が困難となることが分かった。また CASE1 では限界水深に達していないが、小学校 5~6 年生であれば水深 20cm 以上になると避難が困難になるというデータ¹⁾もあり、人によっては危険な水位であるといえる。

4. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- (1) 広島駅前の地下空間において 3 次元シミュレーションモデルの構築を行い、平面的な水の広がり と水深の経時変化を明らかにできた。
- (2) 流速が速くなれば、Z 軸方向の最大浸水距離の広がる割合も大きくなることが分かった。

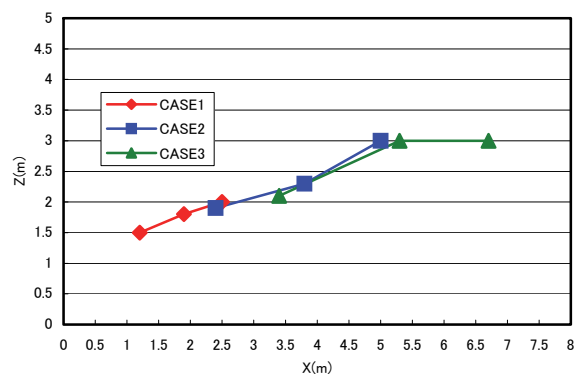


図3 水の広がり の比較

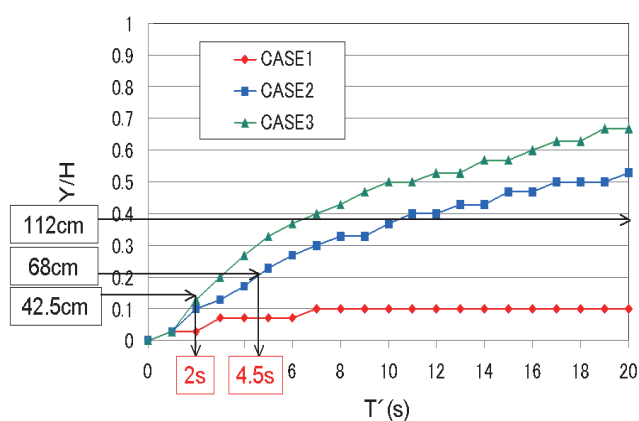


図4 流速の違いによる水深の比較

- (3) 水が到達してから非常に短い時間で限界水深まで達することから、早急な避難が必要となる。
- (4) 今後模型実験を行い数値計算の結果と比較することで、数値計算の精度を実証する必要がある。

参考文献

- 1) 地下空間における浸水対策ガイドライン
www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/saigai/tisiki/chika/honpen.html
- 2) ひろチカドットコム
www.hiro-chika.com/?cn=100415
- 3) 土木技術資料 43-2(2001)
「階段を通じた地下空間へのはん濫水流入に関する実験」