

内水氾濫時における小規模地下空間の浸水危険度に関する研究

関西大学大学院
関西大学環境都市工学部
京都大学防災研究所
筑紫野市

学生員 ○井上 知美
正会員 石垣 泰輔
正会員 戸田 圭一
石井 宏幸

1. はじめに

近年、集中豪雨が増加傾向にあり、気象庁のデータによると1時間あたり100mm以上の降雨発生回数は、昭和61年の10年間に比べ、2倍に増えている。これらの豪雨は「ゲリラ豪雨」とも呼ばれ、雨雲の発生から降雨開始までのピークが短く、予測が困難とされている。また、都市部は地表面のアスファルト舗装化が進み、人口集中化による地下空間の利用が拡大している。福岡(1999,2003)東京(2003)名古屋(2000)などの大都市で発生した水害では、地表面に溢れた雨水が都市の地下空間へと流れ込み、犠牲者が出ている。また、地下空間の規模は様々であり、小規模な場合、流入量が少ない場合でも危険になりやすい。そこで、本研究では都市雨水排水の解析ソフトであるInfoworksCSの氾濫解析の結果を用い、GISソフトを用いて地下空間の分布や床面積を把握した上で、小規模地下空間の浸水危険度を検討した。



図1 地下空間を有する建物の分布

表1 床面積の広さと建物数

床面積(m ²)	建物数(棟)	
～1000	637	87%
1000～5000	80	11%
5000～	15	2%

2. 研究対象地域

研究対象は実在する地域であり、多くの地下空間が存在し、その規模は様々であることから内水氾濫時、多数の地下空間が危険となる可能性がある。本研究では地下空間を持つ建物の分布を知る上でGISソフトの1つであるSISを用いる。図1にSISを用いて、地下空間を有する建物の分布図を、表1床面積の広さと建物数を示す。地下空間を有する建物の床面積は、約9割が1000㎡未満で小規模であることが分かる。本研究では地下空間の入り口の高さ、幅、数が必要であるため現地調査を行った。その結果を表2に示す。

表2 現地調査の結果

床面積(m ²)	～1000	1000～3000	3000～5000	5000～
高さ(cm)	15	15	15	15
幅(cm)	90	180	180	180
入り口数	1	1	2	3

3. 氾濫解析

氾濫解析には雨水排水施設を考慮した地上氾濫計算が可能であるInfoworksCSを用いた。条件は1時間あたりの降雨量が60mm,80mm,100mmの3パターンであり。図2は図1の赤

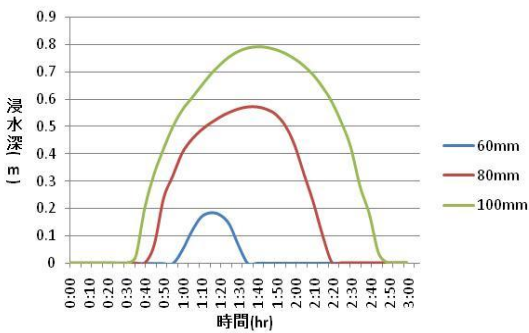


図2 降水量別道路浸水深

キーワード：都市型水害、内水氾濫、小規模地下空間、地下空間浸水

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学 (06)6368-1121 (内線 6383)

丸で示した場所の降水量別の地上の浸水深の計算結果である。60mm/h を超える降水量では浸水深が大幅に上昇している。この地域の雨水排水施設の処理能力は 60mm/h となっており、80mm/h や 100mm/h となると処理能力を大幅に超えるため、排水しきれない雨水が地表面へ多量に溢れるためと考えられる。地下空間への雨水の流入量は以下の段落ち公式を用いた。

$$Q = qB = 1.703Bh^{\frac{3}{2}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

$$q = \mu g^{\frac{1}{2}} h^{\frac{3}{2}} = 0.544 \times g^{\frac{1}{2}} h^{\frac{3}{2}} = 1.703h^{\frac{3}{2}}, h = h_1 - h_2$$

B:地下入り口の横幅(m)、h:道路の浸水深 h_1 (m)から地下入り口の高さ h_2 (m)である。

表 3 避難限界流入量到達までの時間

床面積(m ²)	流入開始から避難限界流入量到達までの時間(分)	
	80mm/h	100mm/h
38.8	2	1
187.4	3	3
613.2	6	5
1345.3	7	6
3167.5	17	14

4. 浸水危険度の検討

石垣らの研究¹⁾によると、地下空間における押し開けドアの避難限界水深は 30cm である。また、建築設計講座「オフィスビル」²⁾によると建物の床面積に対する廊下の占める割合である廊下占有率は、建物の床面積に分類される。建物廊下の床面積と避難限界水深を乗じた量の雨水が入ると、その建物の地下空間は避難限界に達すると分かる。この時の雨水の量を避難限界流入量とする。表 3 に図 1 の赤丸で示した場所における 80mm/h と 100mm/h の降雨時の地下空間に雨水が流入し始めて避難限界流入量に到達するまでの時間を床面積別に示した。床面積が小さい建物ほど雨水が流入し始めて 3 分も経たないうちに避難限界流入量に達している。地下空間における浸水対策ガイドライン³⁾によると、地下空間の浸水時、建物内部の人が危険を察知し避難を開始するまでの時間である意思決定時間は建物の床面積により変化する。床面積が 100 m² の場合は約 3 分、1000 m² の場合は約 4 分、5000 m² の場合は約 5 分である。表 3 と比較すると、床面積が小さな建物の場合、建物の中にいる人が避難を開始しようとした時間には、既に避難限界流入量に達している可能性がある。このような建物は、降雨時に建物内部に人が閉じ込められないように対策をとる必要がある。まず、豪雨時はビルの管理者が建物内部に人が取り残されないように留意することが求められる。その上で、行政側が地下入り口の高さを浸水深が超えるような降雨時に、何らかの方法で注意を喚起する等ビルの管理者側と連携を取る必要がある。

5. まとめ

本研究では、InfoworksCS の氾濫解析の結果を用い、GIS ソフト(SIS)を用いて小規模地下空間の分布を把握した。また、越流公式を用いての流入量と廊下占有率と避難限界水深、地下空間の床面積から求まる避難限界流入量とを比較して危険度評価を行った。降水量別で見ると雨水排水施設の処理能力である 60mm/h を超える 80mm/h や 100mm/h では浸水深が大幅に増加することが分かった。床面積が非常に小さな建物においては、数分で地下空間内部に人が閉じ込められて脱出できなくなる可能性があることが分かった。これらの建物については、降雨時にビルの管理者が内部に人が取り残されないよう留意する必要があると同時に、行政側も道路の浸水深が入り口嵩上げ高を超えるような場合はそれぞれのビルに通達するなどの対策が求められる。

参考文献

- 1)石垣泰輔・戸田圭一・馬場康之・井上和也・中川 一：実物大模型を用いた地下空間からの避難に関する実験的検討：第 50 巻， pp.583-588， 2006.
- 2)山本智雄：建築設計講座「オフィスビル」， pp11， 1976.
- 3)財団法人 日本建築防災協会：地下空間における浸水対策ガイドライン， G17， 2002.