

内水氾濫時の大規模地下街における浸水被害額の算定法について

関西大学大学院	学生員	○浅野 統弘
岡山市役所		井上 知美
関西大学環境都市工学部	正会員	石垣 泰輔
京都大学防災研究所	正会員	戸田 圭一
関西大学環境都市工学部	正会員	尾崎 平

1. はじめに

近年、下水処理能力を上回る集中豪雨が降った場合、内水氾濫が発生する可能性が問題視される。その際、氾濫水が地下街に浸水することが懸念される。また、地上で溢水した氾濫水が地下空間へ流入し、物品に被害が及んだり人命を失ったりする被害が発生している。そのため、地下空間の水害に着目した研究がなされている。森兼らは地下駅を考慮した大規模地下空間での浸水特性と浸水対応策の効果に関する研究¹⁾を行っている。本報では、大規模地下空間に浸水被害が発生時における店舗被害額の算定法について検討した結果を示す。

2. 研究対象地域の概要

本研究では、大阪市の中心部を対象とし、氾濫解析を行った。この地域には地上駅が2駅、地下駅が5駅存在している。また、近年、駅に隣接する百貨店の開店により、この地域を利用する人は増加している。大規模地下街の存在する地域の処理区は、市内の12ある内の1つである。この処理区は、市内のほぼ中央に位置し、北区と福島区の下水処理を担っている。計画処理面積は1,215haで、処理能力は326,000m³/dayである。地下には大規模地下空間が存在し、129箇所の公的な出入口、工事中も含めた601の店舗が存在する。

3. 対象地域(地上部)の氾濫解析

- (1) 氾濫解析モデル: InfoWorks CS を用いて、下水道を考慮した解析を行い、より詳細な溢水状況を把握する。InfoWorks CS の解析モデルは、下水道管渠の水のやり取りをモデル化し組み合わせた数値解析モデルと地表の氾濫解析モデルから構成されている。
- (2) 計算条件: 本研究では実績降雨である「平成20年8月末豪雨」を用いた。愛知県岡崎市で観測された8月29日0時～3時の降雨を用い、10分ごとの降雨を1時間降雨強度に変換したデータを利用した。
- (3) 計算結果および検討: 図1に対象地域のマンホールの溢水状況を示す。図中、丸で囲った箇所に大規模地下空間が存在する。図2に大規模地下街の出入口によるエリア分けと流入箇所を示す。図より、Area A, B に地下街へと流入する出入口が集中しており、北半分が多いことがわかる。図3に地下街への流入量の変化を示す。図より、降雨のピークの約1時間後に地下街への流入のピークを迎えていることがわかる。また、総流入量は28万m³であった。



図1 対象地域の溢水状況

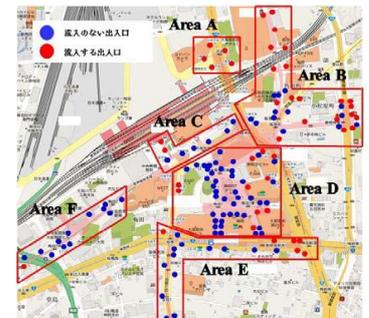


図2 エリア分けと流入箇所

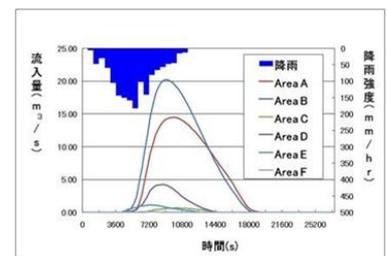


図3 地下街流入量の変化

キーワード 都市型水害, Infoworks CS, 氾濫解析, 被害額の算定法

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番地35号 TEL06-6368-1121 (内線 5890)

4. 大規模地下街における氾濫解析

- (1) **氾濫解析モデル**：氾濫解析モデルは、計算対象域を正方形あるいは長方形の格子に分割し、計算する構造格子モデルを用いた。これは地下街の形状が矩形の集合に近く正方格子で近似が可能のためである。氾濫計算は2m正方格子のモデル図を作成し、浅水方程式を基礎式とし計算を行った。
- (2) **計算条件**：降雨開始時間を $t=0$ とし、順次流入を開始させた。また、マンシングの粗度係数は $n=0.02$ 、計算の差分時間を $\Delta t=0.005$ 秒とした。浸水被害がいつ、どこで発生するかによって被害が異なることから、CASE1(通路・店舗のみ考慮)、CASE2(通路・店舗・地下駅を考慮)の2ケースの計算を行った。
- (3) **計算結果および検討**：図4に各ケースに最大水深の計算結果を示す。北東部分が中央部より浸水深が高くなるのがわかる。CASE1とCASE2は地下駅を考慮の有無に違いがある。浸水状況は、フロアレベルが影響するが、地下駅の有無によっても大きく異なり、被害額に影響する。

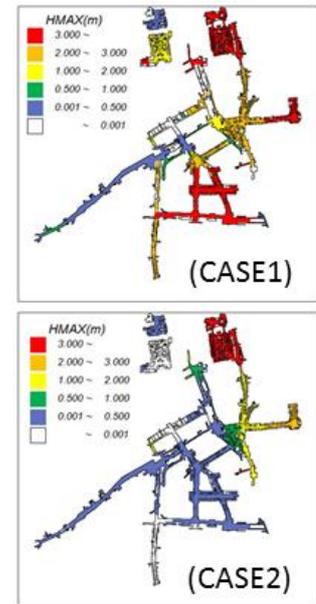


図4 地下街の最大水深

5. 被害額の算定

- (1) **算定方法**：本研究では現在公表されている治水経済調査マニュアル(案)を参考に算定を行った。しかしながら本文献を直接適用するのは難しいため、いくつかの基準を設定した上で、被害額の算定に用いた。
- (2) **計算条件**：算定項目は、事業所償却資産被害・事業所在庫資産被害・営業停止被害・応急対策費用の店舗に関する4項目とした。大規模地下街の氾濫解析の際に浸水した店舗を対象とし、計算時間の中で最大となる浸水深に対応する指標を用い、CASE1(被害額が最大のケース)とCASE2(現実的に近いケース)で算定を行った。なお、従業者数は2人とし、店舗の種類により指標が異なるため、日本標準産業分類にて店舗分類を行い、治水経済調査マニュアル(案)を参考にした。
- (3) **評価手法の提案**：治水経済調査マニュアル(案)は、基準の浸水深ごとに被害率などの指標が決定されている。しかし、被害状況は浸水深により変化すると考えられる。治水経済調査マニュアル(案)に沿ってステップ上に変化指標を用いた場合を「不連続」、浸水深に応じて指標を変化させる場合を「連続」とする。また、「床下」の取扱にも考慮する必要がある。(i)と(ii)では「床下」の指標も用いたが、「床上」のみ指標を用いて、(iii)と(iv)とした。また仮定条件として α (店舗ごと)は、浸水店舗ごとで機能を回復し、営業を再開した場合と、 β (エリアごと)は浸水店舗で機能を回復したが、他店舗の営業再開を待つ場合の2ケースで算定した。
- (4) **算定結果**：表-1に地下街の氾濫計算による浸水店舗を対象として被害額の計算結果を示す。地下駅を考慮することにより、被害額は50~70%の減額、指標を浸水深で変化させた場合、12~17%の減額と大幅に差が生じる。また、 α (店舗ごと)と β (エリアごと)を比較すると、前者の方が1~2%、被害額が少なく算定される。

表-1 被害額の算定結果

(CASE1)	被害額		(CASE2)	被害額	
	α	β		α	β
(i)床下—不連続	67.3	68.3	(i)床下—不連続	28.5	28.9
(ii)床下—連続	59.2	60.4	(ii)床下—連続	23.2	23.7
(iii)床上—不連続	76.1	77.2	(iii)床上—不連続	34.5	35.4
(iv)床上—連続	67.3	68.4	(iv)床上—連続	27.7	28.2

6. おわりに

本研究の結果より、地下街店舗における被害額を算定した。今後、水害による地下街の被害の件数は少なく、詳細な被害額が公表されていないが検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 森兼政行・井上知美・石垣泰輔・尾崎平・戸田圭一：地下駅を考慮した大規模地下空間での浸水特性と浸水対応策の効果に関する研究，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.68，NO4，I_1003-1008，2012