

地下空間および街路を考慮した都市域の氾濫解析

○京都大学大学院工学研究科
京都大学防災研究所
京都大学防災研究所
東京電力株式会社

学生員 栗山 健作
正会員 井上 和也
正会員 戸田 圭一
正会員 前田 修

1.はじめに 本研究は、大阪市北区および「梅田」地下街を対象にして、地上部における洪水氾濫と、その地下空間への拡がりを取り扱ったものである。まず、地下空間の存在を考慮した地上部の氾濫解析を行い、次いで、「梅田」地下街内の詳細な氾濫解析を行っている。

2.解析手法 淀川左岸の破堤を想定し、淀川の一次元解析と結合させた地上の氾濫解析に地下空間を要素として取りこみ、地上部の氾濫水の挙動追跡と同時に、地上部から地下空間への氾濫水の浸入過程を把握する。

図-1 に、解析の対象とした淀川および地上部の領域を示す。また図-2 に、梅田地下街、地下鉄各路線など、対象領域内に存在する地下空間を示す。また、地下空間相互の位置関係は図-3 に示すとおりである。淀川をピーク流量 $12,000\text{m}^3/\text{s}$ （計画洪水流量）の洪水が流下し、破堤点（9.2km）での水位が計画高水位である T.P.5.78m に達したときに破堤が生じるものとする。また、破堤幅は 374m、破堤敷高は堤内地盤高 T.P.2.78m と設定する。地上の氾濫解析では、道路をリンク、交差点をノード、それ以外の領域を住区と扱い、道路沿いの流れを一次元解析法で解く街路ネットワークモデル¹⁾を適用する。地上の氾濫水のうち、地下への流入量の算定には段落ち式²⁾を用いる。地下空間への流入に関しては、図-3 に示すように、地上からの直接流入と梅田地下街経由の 2 つのパターンが存在するが、各地下空間は一定容量を有する槽とみなし、その容量に至るまで、流入は継続すると考える。ただし、梅田地下街への貯留は、下層の地下空間が全て満杯になってから生じることとする。

次に、上記の解析結果を境界条件として、梅田地下街内の氾濫水の挙動を詳細に検討する。図-4 に地下街の構造図を示す。地下街の上層から下層へ流下する氾濫水の取り扱い、段落ちの流れとしてモデル化している。なお、地下街での解析には、地上部と同様に地下通路をリンク、通路の交差点をノード、店舗・ビルの区域を住区とみなす街路ネットワークモデルによる解析法を用いるが、管路・開水路共存状態を表現するため、スロットモデル³⁾を組み込んでいる。

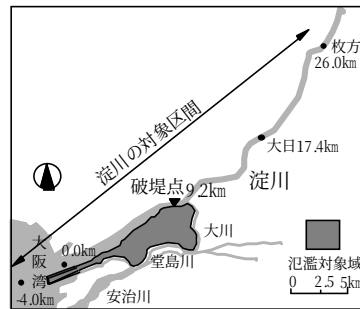


図-1 対象領域図

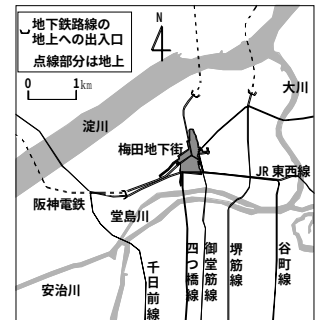


図-2 対象地下空間

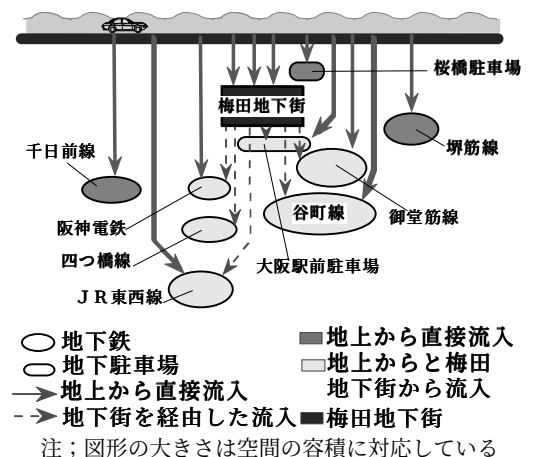


図-3 地下空間の位置関係

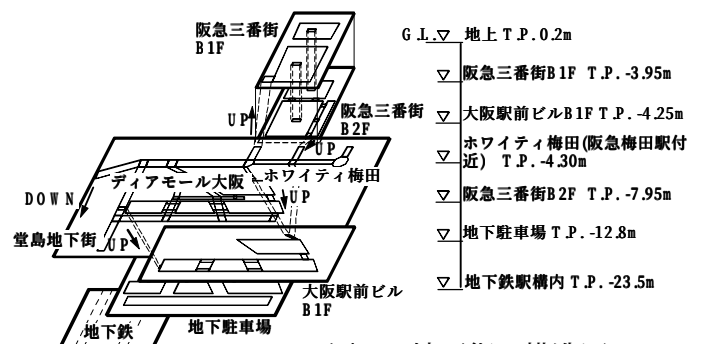


図-4 地下街の構造図

3.解析結果とその考察

まず、総氾濫水量、およびその地上部と地下空間への内訳を図-5 に示す。これより、破堤後約 3 時間弱で地下空間がほぼ満杯になり、地上部から地下空間への浸入はほとんど無くなっている。これに対し、地上部の氾濫水量は、その後もほぼ一定の割合で増加していることがわかる。

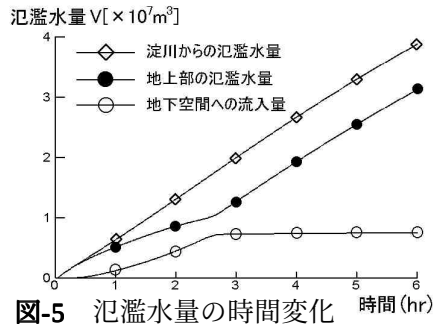


図-5 氾濫水量の時間変化

地上部の対象域のネットワークおよび地盤高を図-6、破堤後 1 時間、1 時間 30 分経過時の浸水状況を図-7 に示す。梅田より東側の地盤高が比較的高いため、氾濫水の大部分が、地盤高が低い西および南西方向に向かっていていることがわかる。また、浸水深が梅田周辺でやや浅くなっているが、これは、梅田地下街やその近辺の地下空間へ氾濫水が流出し、地上部での氾濫が軽減された結果と考えられる。

床上・床下浸水の区分の目安である浸水深 0.5m の拡がりを見ると、1 時間で梅田近辺、1 時間 30 分で野田阪神近辺まで拡がり、浸水範囲の拡がりと思いのほか速いことが知られる。

次に、梅田地下街内の解析から得られた、破堤後約 1 時間の浸水状況を図-8 に示す。堂島地下街および大阪駅前ビルの地下 1 階を除く地下街のほとんどが、破堤後 1 時間で浸水深が 0.5m 以上となり、避難を行うのにきわめて困難な状況に陥ることがわかる。さらに、一部では天井高 3m まで浸水深が達している。また、浸水深 0.5m 以上の浸水面積の総床面積に対する割合を γ とし、その時間変化を図-9 に示す。破堤後 30 分を過ぎると、地下街全体で急激に浸水が進む傾向がよみとれる。これらは、地下街の洪水氾濫に対する危険性をあらためて強調する結果となっている。

4.おわりに 本研究では、地下空間の存在を考慮した都市域の氾濫解析を行った。その結果、氾濫水の挙動をより詳細に把握することができた。また、地下街内の浸水過程はスロットモデルを組み込んだ街路ネットワークモデルにより解析できることが確認された。

今後の課題としては、解析手法の面からは、スロットモデルのスロット幅の適切な決定法や、管路状態が生じたときの上層・下層の接続部の取り扱いの問題があげられる。また、破堤点の位置の変化による氾濫水の挙動の変化の検討や、内水氾濫を想定した解析も進めていく必要がある。

謝辞：本研究を進めるにあたり、数々の資料を提供いただきました関係者各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献 1) 井上和也ら：市街地における氾濫解析モデルの考察，京都大学防災研究所年報第 41 号 B-2，1998。 2) 高橋保ら：洪水氾濫に伴う地下街浸水シミュレーション，京都大学防災研究所年報第 33 号 B-2，1990。

3) 鮎川登ら：地下放水路の管水路状態の非定常流の数値計算，土木学会論文集 No.545/II-36，1996

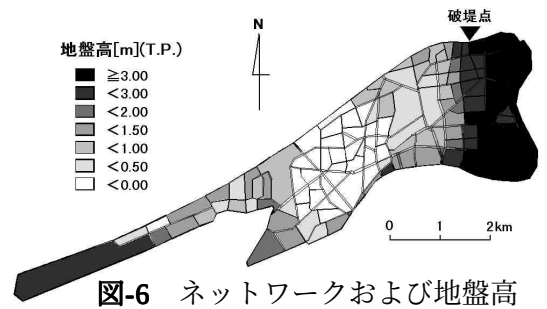


図-6 ネットワークおよび地盤高

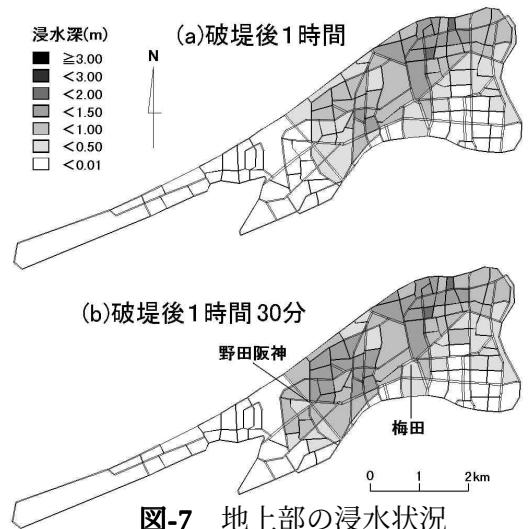


図-7 地上部の浸水状況

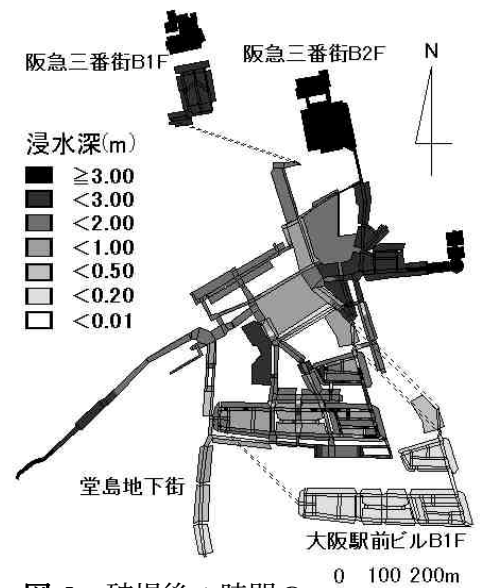


図-8 破堤後 1 時間の浸水状況（梅田地下街）

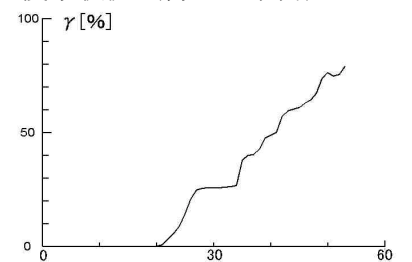


図-9 浸水深 0.5m 以上の面積の割合（梅田地下街）