

大都市域地下空間の浸水解析

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○大八木 亮 戸田建設株式会社 正会員 栗山 健作
 京都大学防災研究所 正会員 井上 和也 京都大学防災研究所 正会員 戸田 圭一

1. はじめに 大都市域の地下空間には立体的に複雑なものがある。そのため、そこでの浸水予測は地上の場合と比べて困難を伴う。地上の氾濫解析手法を地下空間に適用することが試みられてきたが¹⁾、地形に関する資料の作成については労力が多大であった。本研究では、地形データの作成にさほど苦勞せず、比較的簡便に実際の地下空間に適用でき、流入水の拡がりの概略を把握できる、貯留槽モデルを構築した。そして、そのモデルを用いて、大阪市北区梅田の地下街およびそれに接続する地下鉄空間の浸水過程を解析した。

2. 解析手法 地下鉄では、図1のように地下鉄の起伏に応じ、V字型の貯留槽が1次元的に連結しているとした。地下鉄の対象路線および区間図を図2に示す。梅田地下街が約1km四方の空間であるのに対し、対象とする地下鉄区間は東西約8km、南北約12kmと非常に広範囲に及んでいる。なお、各路線の対象区間は地上からの引き込み口がある地点、または淀川の堤防天端高 T.P.5.78m と地盤高が同じ地点までとした。地下街では、地形、地盤高、階層にしたがって小領域に分割し、各小領域を貯留槽とみなして、それらが立体的に連結しているとみなした。図3に解析の対象とした梅田地下街の対象領域および地盤高を示す。図4に地下街の貯留槽モデル図を示す。貯留槽内の水位変化は連続式で表現し、貯留槽間の流量の算定については、地下鉄空間には流量公式を、地下街には移流項を省略した開水路非定常流式を適用し、管路状態が現れることを考慮して、それぞれにスロットモデルの概念を導入した。底面積に対するスロットの面積の割合は地下鉄空間全体の底面積に対する階段に通气孔の断面積の割合を併せて0.02とした。地下街についても同様の値とした。地下1, 2階のように多層化したところでは流量公式などを適用して上下層間の流量を算定した。また、地下街と地下鉄の間の流量の算定にも流量公式などを適用した。なお、地下街と地下鉄は地下鉄の改札口を通して鉛直に接続しているとした。表1に各地下空間の容積を示す。

3. 計算結果とその考察 解析結果の一例として一定流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ を地下街の北側から流入させた場合(ケース 1)と南側から流入させた場合(ケース 2)について、図

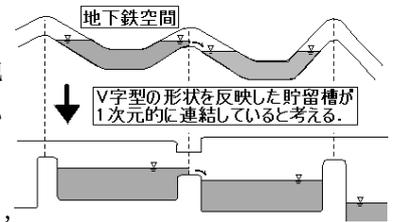


図1 地下鉄空間のモデル化

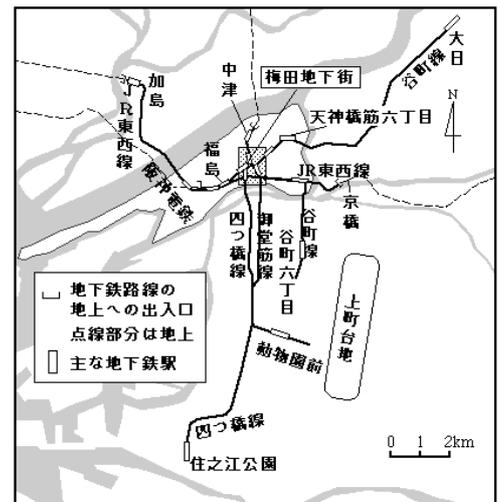


図2 地下鉄の対象路線と区間図

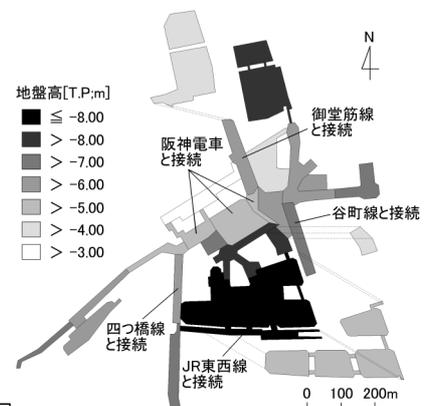


図3 梅田地下街の概要

表1 各地下空間の容積

	容積 $\times 10^3(\text{m}^3)$
梅田地下街	650
御堂筋線	710
谷町線	1192
四つ橋線	739
JR東西線	751
阪神電車	102

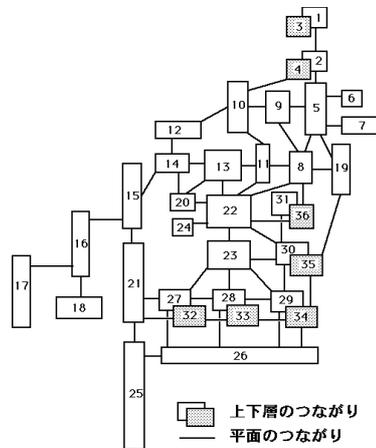


図4 梅田地下街の貯留槽モデル図

大都市域, 地下街, 地下鉄, 貯留槽モデル, 浸水解析

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 TEL:0774-38-4137 FAX:0774-38-4147

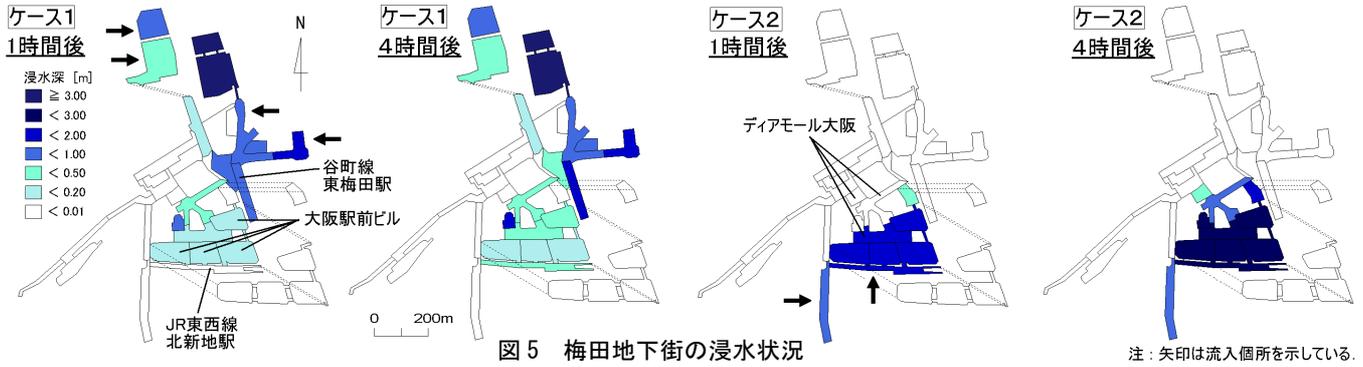


図5 梅田地下街の浸水状況

注：矢印は流入箇所を示している。

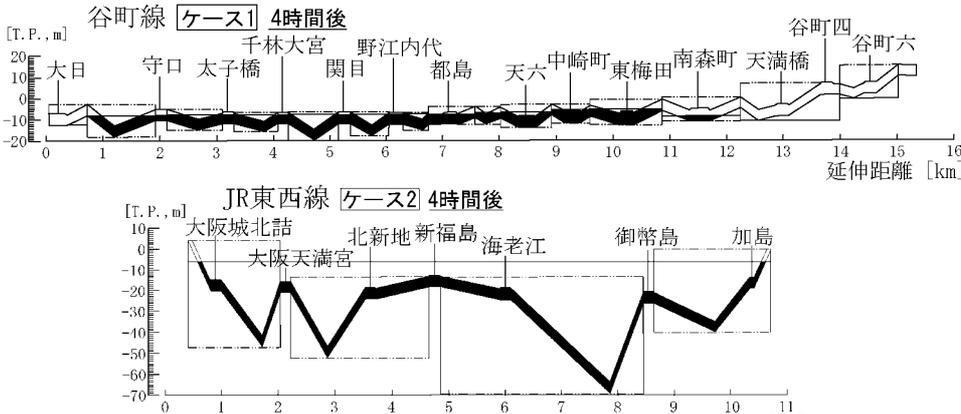


図6 地下鉄の浸水状況

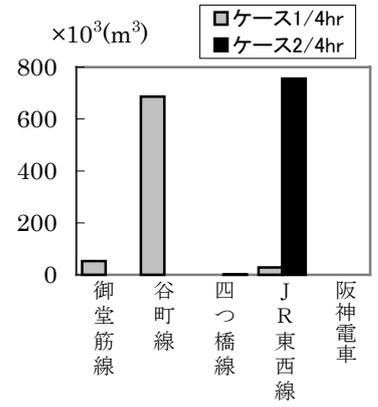


図7 地下鉄の路線別貯留量

5に梅田地下街の、図6に地下鉄の浸水状況を示す。また、図7に地下鉄の路線別貯留量を示す。ケース1の地下街では浸水開始1時間後に大阪駅前ビルやJR東西線北新地駅改札口まで浸水域が拡大し、浸水深、浸水域ともに4時間後までほぼ一定のままである。そして、図7に示すように、谷町線への流出が集中している。また、図6からわかるように、東梅田駅から約10km離れた守口駅北部まで浸水域が拡大している。これは氾濫水の流入箇所から遠く離れた場所でも浸水被害が生じる可能性があるということを示している。

次にケース2についての浸水状況を述べる。ケース1では浸水域が広く拡大していたのに対し、ケース2では4時間後でもディアモール大阪までしか浸水が広がらない。これは図3にも示しているとおり、氾濫水の流入地点に近いディアモール大阪や大阪駅前ビルが梅田地下街の中でも最も地盤が低く、そのため浸水域がそこから広がらなかったものと思われる。また、地下鉄においては、ケース1では谷町線に集中していた流出が、ケース2ではJR東西線に集中している。そして図6にも示しているとおり、JR東西線は浸水開始4時間後でほぼ水没していることがわかる。このことより、氾濫水の流入地点によって地下鉄の浸水状況が大きく異なることがわかる。

以上の解析より、対象とした地下街空間特有の構造とともに地下鉄の構造(地下街との連結位置とその貯留容量)が地下空間の浸水過程に大きな影響を及ぼすことが今回の単純な2ケースの流入条件の比較からだけでも明らかになった。

4. おわりに 本研究では大阪市北区梅田の地下街およびそれに接続した地下鉄空間を対象として貯留槽モデルを用いて浸水解析を行った。その結果、対象とした地下街特有の構造だけでなく、連結する地下鉄の構造も浸水過程に大きな影響を及ぼし、氾濫水の挙動が多様に変化することが確認された。今回の結果から、浸水被害が生じてからの対策以上に氾濫水の流入を防ぐことが何よりも重要であると考えられる。今後の課題として、地下街の模型実験などによる数値解析の精度の検証、地上の内水・外水氾濫モデルと結合した浸水解析を行うことが挙げられる。また、本研究では地下鉄の路線どうしが独立したものとみなしているが、今後は路線どうしの結合も考慮して、地下鉄路線の交差部のモデル化を行う必要がある。

参考文献 1) 例えば、戸田圭一・井上和也・前田修・谷野知伸：大都市の地下空間の氾濫浸水解析，水工学論文集，第43巻 pp. 539-544, 1999年