

大規模都市水害時の交通障害について ～京都市を例として～

京都大学大学院工学研究科
 京都大学防災研究所
 京都大学大学院工学研究科

学生員 ○深草 新
 正会員 戸田 圭一
 正会員 宇野 伸宏

1. はじめに 水害時には道路交通への被害が数多く報告されている。大都市では、道路が網の目状に走っており、多くの人々が毎日利用しているため、そのような被害はより甚大になる。一方、京都市では、1935(昭和10)年に鴨川などの河川からの溢水による大洪水が起きており、戸田ら¹⁾はこういった浸水状況をシミュレーションし、改めて市内の浸水の可能性を示した。本研究では、京都市を対象とした浸水解析により市内の浸水深を求め、浸水深と走行速度、交通容量との関係を定義して、浸水時の道路交通障害について定量的な解析を行い、考察を加えた。ここで、浸水の道路交通への直接的な影響は走行速度と交通容量の低下のみであると仮定し、災害情報による外出中止等、不確定要素の多い条件は考慮しないこととした。また、ある一時刻の浸水状況を静的なものと仮定し、その浸水状況に応じた日交通量配分を行い、道路ネットワークの浸水に対する耐性について議論することとする。

2. 浸水解析 京都市地上部の対象領域(面積約 59.2km²)を図-1 に、地盤高図を図-2 に示す。京都市は北から南にかけて地盤が低くなっている。本研究では、対象領域を、地上はおもに道路で、地下空間は壁などによって分割し、その分割した各小領域が連結管を通して3次元的に接続しているとするポンド(貯留槽)モデルを用いて解析した(図-3 参照)²⁾。基礎式は、連続式と、移流項を除いた開水路非定常式である。これらの式は地上、地下街、地下鉄の区別なく、いずれの水の移動にも用いた。ただし、階段部のように上層から下層へ氾濫水が流下するときは段落ち式を用いた。ここで得られた地上部の浸水深を浸水時の交通量解析に適用する。

3. 交通量解析 まず、浸水解析の対象領域内の主要道路を対象とし(図-4 に対象ネットワークの模式図を示す)、実測 OD データを用いて、Frank-Wolfe 法により利用者均衡配分を行い、平常時の交通量とした。次に、浸水解析の結果から各道路の浸水深を求め、30cm まではそれに概ね比例させる形で走行速度と交通容量を変化させ、浸水深が 30cm 以上になるとそのリンクは道路としての機能を失い、自由走行時間が無限大、交通容量が 0 となり、実質上の途絶状態に陥ると仮定した上で平常時と同様の手法により交通量を算出し、これを浸水時の交通量とした。交通量と交通容量の比を混雑度とし、平常時および浸水時の混雑度や2地点間の所要時間を比較した。

キーワード 都市水害, ポンドモデル, 浸水深, 交通障害, Frank-Wolfe 法, 混雑度

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 TEL : 0774-38-4137 FAX : 0774-38-4147

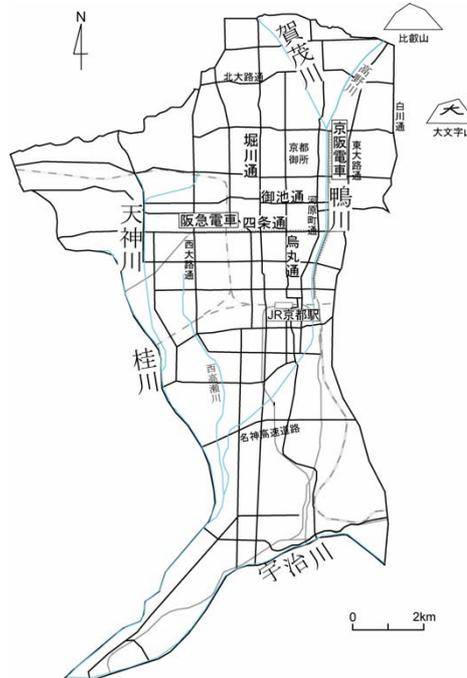


図-1 対象領域

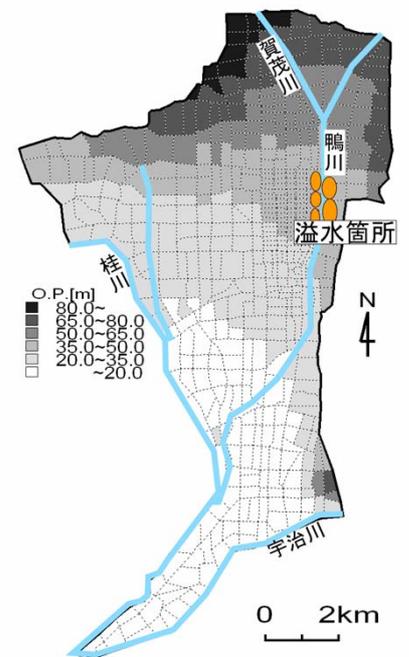


図-2 地盤高及び溢水箇所図

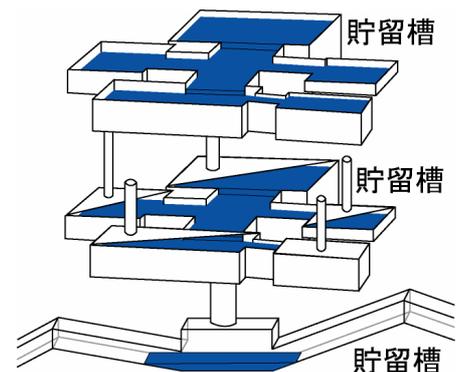


図-3 ポンドモデルの概念図

4. 解析結果 平常時の解析結果(混雑度)を図-5 に、各地点間の所要時間を表-1 に示す。南部では国道 24 号線や外環状線が、西部でも一部区間が慢性的な混雑状態にあるという様子を見てとることができる。次に、鴨川の溢水を想定し、総流量 100 m³/s を計算開始と同時に 180 分間、御池大橋～四条大橋両岸の 5 つの格子(図-2 参照)に均等に流入させた。この溢水流量は、概ね 100 年に一度の豪雨により生じる洪水を想定したものである。図-6 は計算開始 180 分後の浸水深と道路の混雑度を、表-2 はそのときの各地点間の所要時間を表したものである。浸水域付近でリンクの途絶や渋滞が多数起きており、中心部を通る南北交通では所要時間が大幅に増加し、それ以外の場所でもほとんどの区間で所要時間の増加が見られる。さらに、紙面の都合で図表は掲載できなかったが、南部に水が滞留して国道 1 号線が途絶状態に陥るような浸水時のケースでは、観月橋を起点または終点とする南北方向の市内交通に 5 時間以上もかかってしまうような大混乱が引き起こされた。

5. おわりに 市内中心部や国道 1 号線が浸水すると京都市ネットワークで大きな混乱が引き起こされることがわかった。全体的な傾向としては、東西交通よりも南北交通の方が浸水に対して脆弱であることがわかった。本研究では、浸水状況の時間変化までを考慮できなかったため、それを考慮した解析によって交通ネットワーク状態を算定する方法について、今後検討していきたい。また、浸水深と走行速度・交通容量との関係についても、より現実に近い形での設定ができるよう検討していきたい。鉄道をアンダーパスする部分への浸水を考慮することも今後の課題である。そして、本研究を発展させて、浸水時における交通障害の観点から、絶対に溢水させてはならない箇所や交通対策を施すべき箇所を提示したいと考えている。

謝辞 幅広く御指導、御協力を頂きました(社)システム科学研究所の中川真治氏、宮島俊一氏に心より感謝の意を表します。

参考文献 [1]戸田圭一・井上和也・村瀬賢・市川温・横尾英男：豪雨による都市域の洪水氾濫解析，土木学会論文集 No.663/II-53,1-10, 2000 年 11 月。

[2] 間島真嗣・戸田圭一・大八木 亮・井上和也：都市域の地上・地下空間を統合した浸水解析，水工学論文集 第 49 巻 pp.601-606, 2005 年 2 月。

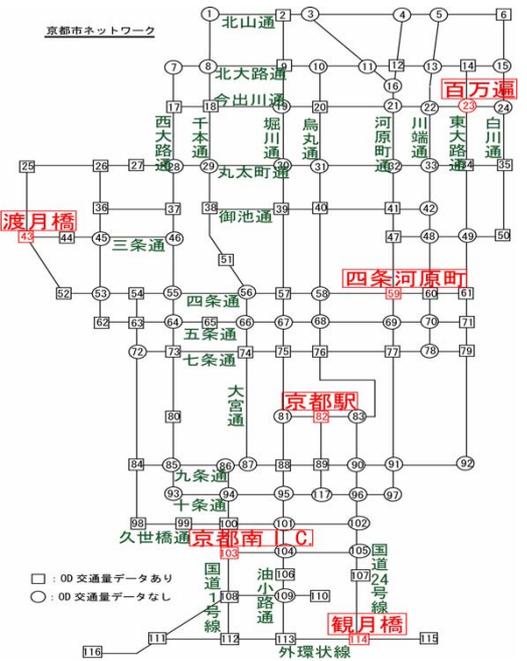


図-4 対象ネットワーク

は、東西交通よりも南北交通の方が浸水に対して脆弱であることがわかった。本研究では、浸水状況の時間変化までを考慮できなかったため、それを考慮した解析によって交通ネットワーク状態を算定する方法について、今後検討していきたい。また、浸水深と走行速度・交通容量との関係についても、より現実に近い形での設定ができるよう検討していきたい。鉄道をアンダーパスする部分への浸水を考慮することも今後の課題である。そして、本研究を発展させて、浸水時における交通障害の観点から、絶対に溢水させてはならない箇所や交通対策を施すべき箇所を提示したいと考えている。

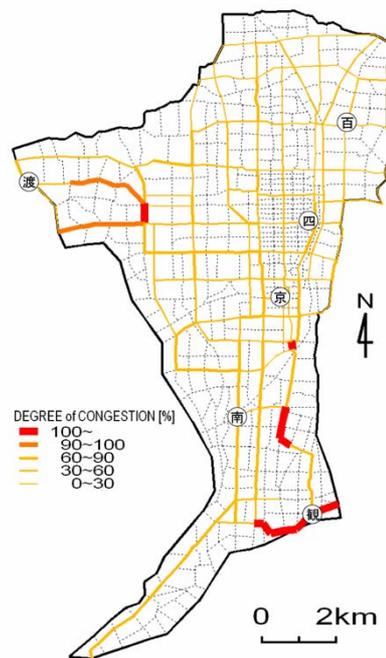


図-5 平常時解析結果

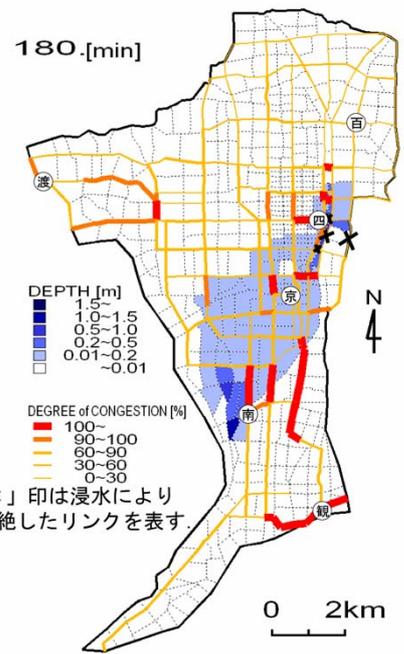


図-6 浸水時解析結果

表-1 平常時所要時間

渡月橋	四条河原町	京都駅	京都南I.C.	観月橋	
29分	7分	14分	24分	53分	百万遍
	28分	30分	37分	1時間8分	渡月橋
		7分	17分	46分	四条河原町
			11分	40分	京都駅
				32分	京都南I.C.

表-2 浸水時所要時間

渡月橋	四条河原町	京都駅	京都南I.C.	観月橋	
30分	25分	29分	52分	1時間20分	百万遍
	41分	43分	1時間2分	1時間32分	渡月橋
		27分	50分	1時間19分	四条河原町
			28分	52分	京都駅
				32分	京都南I.C.