

水災害時容量低下に基づく交通ネットワークの影響に関する研究

A Study on Effect of Traffic Network Based on Decreased Capacity by Water Disaster

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 佐々本 明弘 (Akihiro Sasamoto)
 北海道大学大学院工学研究科 正員 内田 賢悦 (Ken-etsu Uchida)
 北海道大学大学院工学研究科 正員 萩原 亨 (Toru Hagiwara)
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 加賀屋 誠一 (Seichi Kagaya)

1. はじめに

札幌市の中心部には日本有数の急勾配な河川である豊平川が流れており、開拓以来幾度となく水害に見舞われ、その都度多大な被害を被っている。このため豊平川ではさまざまな治水対策が施されている。

しかし豊平川が破堤しなかった場合でも内水氾濫により大きな被害が生じると考えられる。このときの被害を明らかにするために、短時間に集中豪雨がかった場合の内水氾濫シミュレーションが行われている¹⁾。

本研究の目的は札幌市における内水氾濫を想定し、内水氾濫による交通ネットワークに与える影響を分析することである。さらに交通政策を実施したときの評価も行う。

2. 内水氾濫による札幌市道路ネットワークへの影響

札幌市で内水氾濫が発生した場合、北区役所周辺、元町周辺、東苗穂3-3,4、苗穂小北東周辺、二十四軒小学校北東周辺等は水に浸かりやすく、水深も20cm以上になると予想される¹⁾。そのため、この地域では車の通行が不可能になると考えられる。

東苗穂、新道東駅周辺、札幌工業高校周辺などは氾濫発生から24時間たっても水が引かないと予想される。

また、石狩街道をはじめとしていくつかあるアンダーパスも内水氾濫時には通行不可能になると予想される。

札幌市で内水氾濫が起ると多くの地区が水に浸かる。それらの中には札幌新道や環状通、新川通など主要な幹線道路が通っている所も含まれるため、札幌市ネットワーク容量は低下すると考えられる。

3. 内水氾濫に対する交通政策

ネットワーク容量を低下させない為には、途絶する可能性のある道路を改修して大雨が降った時でも道路が平常時の状態を保てるようにする必要がある。

しかしすべての道路で同時に改修工事を行う事は現実的に不可能であり、優先順位をつけて政策的に行う必要がある。

その為には、途絶した場合と途絶しない場合のネットワーク容量の増強効果を正確に把握し、順位付けして改修工事を行う必要がある。リンク容量ではなくネットワーク容量で比較するのは、図1のようなネットワークを考えた場合、リンク1の容量(100)をいくら増強させても、リンク2の容量(50)に制約されて、ネットワーク容量は50のままであり、意味がないためである。

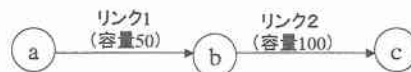


図1 ネットワーク容量

4. 解析方法

交通ネットワーク容量は一般にフロー特性(発生・集中交通量、OD交通量、配分交通量等)とネットワーク特性(ネットワーク形態、リンクの交通容量等)によって規定される。

交通ネットワーク容量の解析手法では赤松らによって提案されており、それを以下に示す²⁾。

$$\text{Min } Z(\mathbf{q}) = \sum_{od} q_{od} \ln(q_{od} / \hat{q}_{od}) \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{ij} \int_0^{x_{ij}} t_{ij}(\omega) d\omega + \sum_{od} \bar{u}_{od} e_{od} \leq \bar{\eta} \quad (2)$$

$$x_{ij} = \sum_{od} \sum_r f_{r,od} \delta_{ij,r} \quad \forall ij \quad (3)$$

$$\sum_r f_{r,od} = q_{od} \quad \forall od \quad (4)$$

$$q_{od} + e_{od} = \bar{q}_{od} \quad \forall od \quad (5)$$

$$e_{od} \geq 0 \quad \forall od \quad (6)$$

$$f_{r,od} \geq 0 \quad \forall r, od \quad (7)$$

ここで、

$\hat{q}_{od}$: 目標 OD 交通量

$\bar{q}_{od}, \bar{u}_{od}$: OD ペア od 毎に与える定数

$f_{r,od}$: OD ペア od の r 番目経路の交通量

q_{od} : OD ペア od の最大 OD 交通量

e_{od} : OD ペア od の超過 OD 交通量

x_{ij} : リンク ij の交通量

t_{ij} : リンク ij のリンクコスト関数

$\delta_{ij,r}$: リンク・経路結合行列(OD ペア od の r 番経路がリンク ij を含めば 1、そうでなければ 0)

$\bar{\eta}$: 定数

リンクコスト関数は容量制約を考慮した以下の関数型を用いた。

$$t_{ij}(x_{ij}) = t_{ij}(0) * \left(1 + \alpha \frac{x_{ij}}{\bar{c}_{ij} - x_{ij}} \right) \quad (8)$$

$\bar{c}_{ij}$: リンク交通容量

α : パラメータ (2.62)

5. テストネットワークの設定

図2は札幌市の中心部を想定して作成した道路ネット

ワークである。路線はそれぞれ札幌新道、北 24 条通、環状通、国道 12 号線、大通、旭山公園通り、下手稲札幌線、石山通、北大通り、駅前通、石狩街道、東 8 丁目通、東 16 丁目通、国道 275 号線、国道 453 号線、国道 36 号線を想定している。リンク数 178、ノード数 54 である。OD ペアは仮想で設定し、その数は 315 である。

各リンクの自由走行時間（分）と交通容量（台/h）を図 1 に示す。

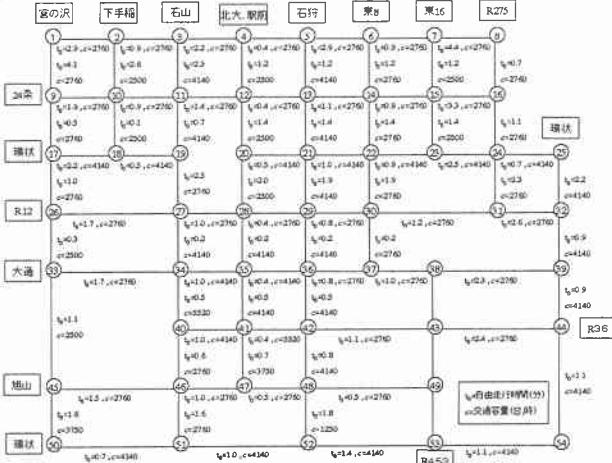


図 2 ネットワーク図

6. 解析結果

(1) 平常時の結果

315OD ペア 97,760 台のうち 90%に当たる 87,984 台が流れた。この値をこのネットワークのネットワーク容量とする。リンク容量に対するリンク交通量の割合が 0.9 を超えるリンクを図 3 に示す。このリンクを結ぶとネットワークを二つに分けるカットができる。

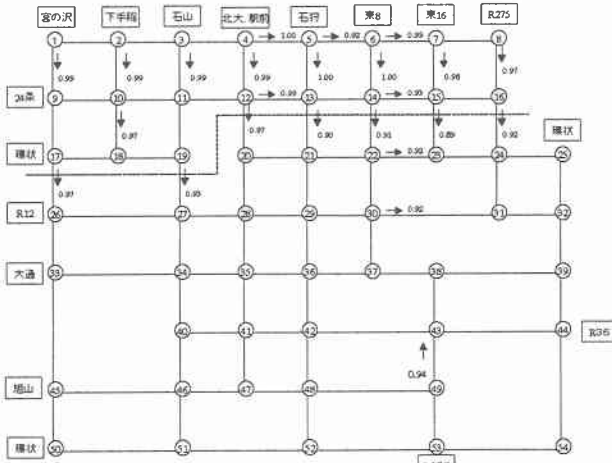


図 3 平常時

(2) リンク途絶パターン 1 の結果

1 時間あたり最大 50mm の雨が降った場合で、氾濫し始めてから 1～2 日経った状態を考える。8-16、15-16、16-24、23-24(東苗穂周辺)、11-12(北区役所周辺)、17-18、17-26(二十四軒周辺)の各リンクを途絶し、21-29、29-36、36-42(石狩街道)の各リンクの容量を減少(アンダーパスの通行止め)した場合、平常時の 67%に当たる 58,949 台が流れた。カット断面は図 4 のように変

化した。石狩街道の容量の減少が大きく影響していると考えられる。

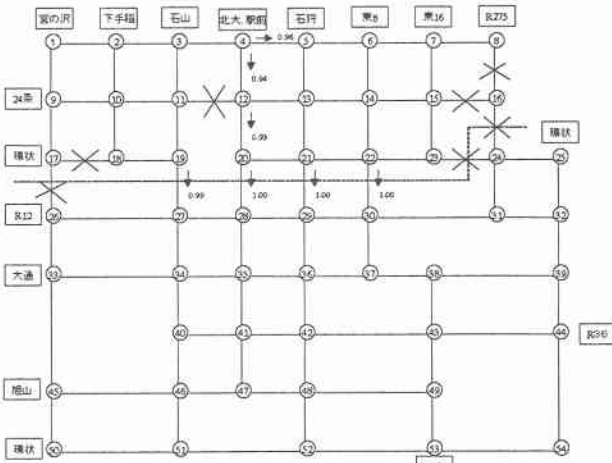


図 4 途絶パターン 1

(3) リンク途絶パターン 2 の結果

1 時間あたり最大 100mm の雨が降った場合で、パターン 1 の状態からさらに 6-7、7-8、7-15(新道東駅周辺)、3-11(八軒周辺)、11-19(札幌工業高校周辺)9-10(二十四軒)、22-30(サッポロビール園周辺)の各リンクが途絶する。このとき平常時の 44%に当たる 38,713 台が流れた。カット断面は図 5 のように変化した。

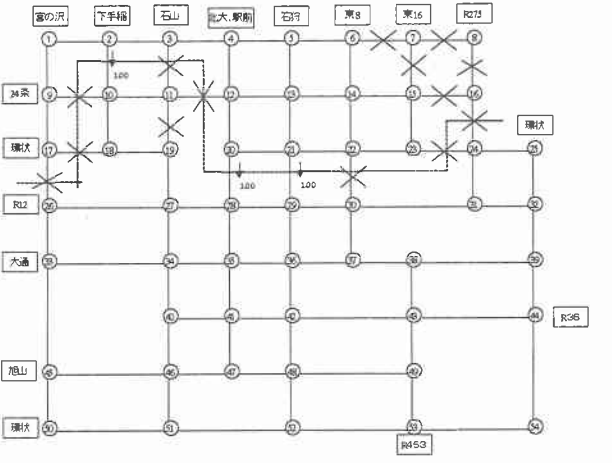


図 5 途絶パターン 2

7. おわりに

本研究では内水氾濫を想定した場合のネットワーク容量の変化を示した。3 章で示した交通政策の評価については発表時に示す。

今後はフロー特性の変化を含めてネットワークに与える影響を分析していく。また、実際の札幌市の交通データを用いた実ネットワークでの分析も行う。

参考文献

- 1) 豊平川洪水危機管理検討委員会事務局「豊平川洪水危機管理検討委員会資料」
- 2) 赤松隆、宮脇治「利用者均衡条件下での交通ネットワーク最大容量問題」土木計画学研究・論文集, No.12, pp.719-729