

東北大学 学生員 ○ 平 田 克 英
東北大学 正 員 徳 永 幸 之
東北大学 正 員 須 田 瀬

1. はじめに

仙台は市内大通りのケヤキ並木など市街地に緑が混在し、杜の都と呼ばれている。しかし県庁隣の勾当台公園は縮小されるなど都市内から緑が後退している。またその周辺は中央分離帯を遊歩道とし緑と彫刻を調和させた定禅寺通り、文化施設である県民会館があるにもかかわらず人の流れは南の青葉通り、中央通りに偏っている。

そこで都市内の道路用地を緑地用地として確保し、県庁周辺の人の吸引力増大を図り周辺地域の活性化を促すものとして定禅寺通りモール化を提案する。

モール化にあたってはモールの設計、モール化後の評価、つまり周辺への影響とか変化なども考えなければならないが、ここでは主に交通量配分問題の面からモール化の可能性についてを検討を行う。

2. 解析方法

交通量はパーソントリップ調査などの結果から入手できる。しかし発点・終点の区域が広すぎるため都市内道路網の交通量配分問題に適用するのは困難である。よってここでは交通量を確率論的に取り扱った吸収マルコフ連鎖を使って求めることにする。

手順としてはまず吸収マルコフ過程により対象ネットワークのOD表を求める。次にそのOD表をもとに需要固定型交通均衡モデルによって各路線の配分交通量を求めていく。

2.1 吸収マルコフ過程の基本式

吸収マルコフ過程とは車が同一方向で交差点に入る場合、各車その直進、右左折する確率は同じであるという仮定である。対象地域外からの各連絡道路に対しては、その道路の背後地を代表する発生源、吸収源を設定しておく。発生源、吸収源の個数を r 個、各交差点間のアークの個数を m 個とすると遷移確率行列は

$$P = \begin{pmatrix} r & r & m \\ I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Q_1 \\ R & 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{matrix} r \\ r \\ r \\ m \end{matrix}$$

I : 単位行列
 R : アークから吸収源への遷移確率行列
 Q_1 : 発生源からアークへの遷移確率行列
 Q_2 : アーク間の遷移確率行列

このとき街路交通量（アークの交通量）、各発生源から各吸収源へのOD交通量は

$$X = U Q_1 (I - Q_2)^{-1}$$

$$OD = U \cdot Q_1 (I - Q_2)^{-1} R$$

ただし $U \equiv (u_1, u_2, \dots, u_r)$

u_j は発生源 j の発生交通量

$X \equiv (x_1, x_2, \dots, x_m)$

x_i はアーク i の交通量

$OD : (i, j)$ 成分が発生源 i から吸収源 j の交通量である $(n \times m)$ の行列

U : 対角成分が u_i の対角行列

となる。

2.2 需要固定型交通均衡モデル

交通量増加による走行速度の低下を考慮にいれて運転者はトリップの起点と終点との間の走行時間が最短となる経路を選択すると仮定したとき、道路網上の交通流は

- ① 起終点間に存在する可能な経路のうち利用される経路については所要時間が皆等しく利用されないどの経路のそれよりも小さい。
(等時間原則)
- ② 道路網中の総走行時間は最小である。

という考慮すべき配分原則がある。

3. 計算方法

3.1 交差点交通量

各交差点における直進右左折交通量は昭和60年に仙台市の行った調査のうちピーク時交通量を原則として使用し、未調査箇所については同じくピーク時に測定したものを使用する。ピーク時交通量を使用することにより、全時間帯においてモール化可能かどうかを考えるのである。

3.2 IA法 (Incremental Assignment)

起終点間の需要交通量が固定された需要固定交通均衡問題の解法として等時間配分理論に忠実な漸近近似解法であるIA法を用いることにする。これは各OD量をそれぞれ N 等分 ($N=10$ とする) し、その N 個の部分を1個ずつ N 回にわたって最短経路に割り当てていくものである。

3.3 走行時間関数

均衡交通配分では道路区間の走行時間が交通量によって変化することが前提となっている。本論文では空間平均速度と交通密度の関係が1次関数で表されると仮定した。よって空間平均速度と交通量のグラフは交通量は交通密度と空間平均速度の積に等しいので図1のようになった。ただし交通量=0（ゼロフロー時）の速度設定は主路線を40km/h、その他

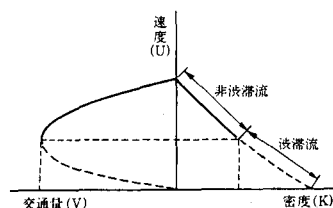


図1 Q-V図

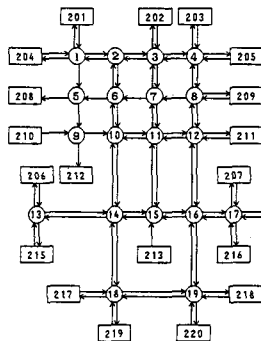


図3 通常配分時

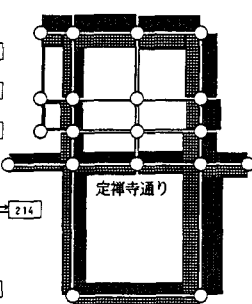


図4 遮断配分時

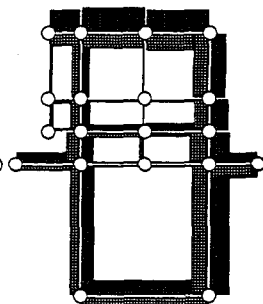


図5 トランジットモール化時

図2 対象ネットワーク

表 各アークの配分交通量・設定交通容量・飽和率（抜粋）

路線を30km/hとし、ピークである限界交通量はその路線の設計交通容量とした。

設計交通容量の算出にあたっては交差点容量を用い、右左折率、大型車混入、バスの乗降客数による補正を行っている。

4. 計算結果

図2は対象地域の検討に用いたネットワークである。まず吸収マ

ルコフ過程からOD表を作成した。このとき推定交通量は実交通量とほぼ一致している。このOD表から各路線の交通量をIA法により求める。図3はその結果である。また定禅寺通りを通行禁止にして配分させたのが図4である。モール化が可能かどうかの判断基準を設計交通容量とし、各アークの設計交通容量、配分交通量及び飽和率を表に示す。また定禅寺通りは主要バス路線であるから、バスだけは通すトランジットモール化についても検討した結果は図5と表のようになる。図3と4及び5から車は北と南の代替路線に配分されているのがわかる。表からは代替路線に配分可能であるということがわかる。

発着	通常配分時			遮断配分時			トランジットモール化時		
	配分交通量	設計交通容量	飽和率	配分交通量	設計交通容量	飽和率	配分交通量	設計交通容量	飽和率
1 → 2	1503	2645	56.8%	2030	2645	76.7%	1944	2796	69.5%
2 → 3	1580	2645	59.7%	2245	2645	84.9%	2183	2796	78.1%
3 → 4	1437	2645	54.3%	1996	2645	75.5%	1949	2796	69.7%
4 → 3	1326	2265	58.5%	1437	2265	63.4%	1409	2362	59.7%
10 → 11	18	1853	1.0%	468	1853	25.3%	461	1934	23.8%
10 → 14	808	2859	28.3%	1038	2859	36.3%	1020	2985	34.2%
11 → 10	0	1856	0.0%	349	1856	18.8%	329	1935	17.0%
11 → 12	18	1853	1.0%	614	1853	33.1%	610	1934	31.5%
12 → 11	0	1856	0.0%	250	1856	13.5%	286	1935	14.8%
12 → 16	1382	3569	38.7%	1872	3569	52.5%	1692	3723	45.4%
14 → 10	945	2833	33.4%	1163	2833	41.1%	1147	2957	38.8%
14 → 18	1045	2859	36.6%	1121	2859	39.2%	1097	2985	36.8%
16 → 12	1542	3569	43.2%	1822	3569	51.1%	1646	3723	44.2%
16 → 19	1900	4530	41.9%	1824	4530	40.3%	1678	4725	35.5%
18 → 14	834	2833	29.4%	805	2833	28.4%	812	2957	27.5%
18 → 19	978	2908	33.6%	1327	2908	45.6%	1286	3033	42.4%
19 → 16	1532	4530	33.8%	1561	4530	34.5%	1394	4725	29.5%
19 → 18	655	2379	27.5%	1157	2379	48.6%	1112	2482	44.8%

ただし 飽和率 = (配分交通量 / 設計交通容量) × 100

つまり定禅寺通りをモール化し、交通を遮断しても周辺の道路は多少混雑はするものの処理しうる容量がある。

5. おわりに

以上のことから定禅寺通りにおける全交通遮断のモール化は交通量配分問題からは可能であることが言える。しかし全交通遮断にするとバス路線再編成が必要となり混雑した代替路線にバスを振り替えることになる。バスの遅れを少しでも解消する上でも、定禅寺通りをバス専用とするトランジットモール化の方が望ましい。