

IV-15

HUIA モデルによる札幌都心部の配分交通量推計*

北海道大学大学院工学研究科 学生員 内田 賢悦
 北海道大学大学院工学研究科 学生員 原口 征人
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一

1. はじめに

交通量配分は経路選択の問題ともいわれており、その目的は、それぞれの起点終点 (OD) を持った交通が道路網内をいかに走行するかを知ると共に、各道路区間 (リンク) 上の交通量を推定し、道路網の計画を検討することである。

従来の交通量配分モデルでは、経路を各道路区間の特性 (交通量と速度または所要時間の関係) のみで記述している。このようなモデルは、都市間交通を幹線道路に配分するといったマクロ的な道路網計画の検討には有効である。つまり、配分対象道路網がマクロ的に選択 (幹線道路が選択) されているので、信号交差点 (ノード) の影響は、配分結果にそれほど影響を与えないと考えられる。

しかし、札幌都心部のようにグリッド状 (碁盤の目状) で、そのほとんどの交差点に信号が設置されている道路網においては、信号交差点の影響を無視してその計画の検討を行うのは妥当性に欠ける。なぜなら、このような道路網における混雑や渋滞といった現象の原因の大半は、信号交差点における交通容量不足に起因していると考えられるからである。このような背景から、札幌都心部のような道路網計画の検討には、信号交差点の影響を考慮した配分モデルの適用が必要である。

2. HUIA モデル

HUIA モデル (Hokkaido University Incremental Assignment Model) は、内田らによって開発された交通配分モデルである^{1) 2)}。このモデルは、通常道路管理者によって用いられている分割配分法に改良を加え、信号交差点での進行方向別 (直進、左折および右折) 交差点遅れを表現することが可能なものである。さらに、信号交差点での進行方向がモデル中で表現されているため、従来の配分モデルでは

表現が困難であったが、現実の交通状況には存在する様々な交通規制 (一方通行によらない右折禁止、左折禁止など) も表現可能である。

3. 交差点遅れの推定

(1) 交差点遅れ推定における仮定

信号交差点での進行方向別 (直進、左折、右折) の交差点遅れに影響する要因を考えてみる。直進車は、先詰まり、左折車は、先詰まりおよび歩行者、右折車は、先詰まり、歩行者および対向車が要因として挙げられる。進行方向に関係なく影響する要因は、交差点交通容量と流入交通量が挙げられる。

そこで、交差点遅れを推定するにあたり、以下に示す4つの仮定を設けた。

- 1) 運転者は交差点遅れを、おおよその時間 (ファジィ時間) として認知している。
- 2) 運転者が認知する交差点遅れは、そこに接続するリンク上の交通量が増加するにつれて (交差点交通容量と相対的に) 増大する。
- 3) 交差点で直進および左折するときの交差点遅れは、交差点での進行方向、つまり直進、左折によって変化する。また、その大小関係はそこに接続するリンクの交通量が増大するにつれて直進→左折の順に大きくなる。
- 4) 交差点での進行方向が右折の交差点遅れは、対向車がない場合は左折の場合と等しいが、対向車が増えるにつれて増大する。

(2) ファジィ交差点遅れ推定プロセス

直進車と左折車は、交差点交通容量と、そこに流入する交通量とで、交差点でのリンク間連結度を定義する (以下、連結度とする)。

*Estimation of Assigned Volume in Sapporo City by HUIA Model by Ken-etsu UCHIDA, Masato HARAGUCHI and Keiichi SATOH

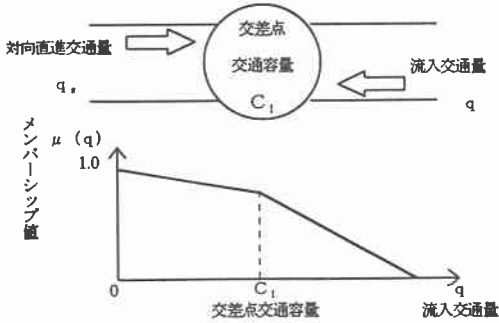


図1. 交差点でのリンク間連結度

この連結度 $\mu(q)$ は、図1に示すメンバーシップ関数を定めて求める。連結度は、信号交差点に交通が流入しないとき ($q=0$) に1となり、流入交通量が増えるに従って0に近づく。ここで、 q は交差点に流入する交通量であり、 C_i は交差点交通容量である。右折車は、ここで求めた連結度と対向車の連結度との積を実際の連結度とする。つまり直進車、左折車の連結度は $\mu(q)$ となり、右折車の連結度は $\mu(q) \times \mu(q_s)$ となる。ここで q_s は、対向車交通量である。この考え方は、交差点間のリンク間連結はファジィ的であり、直進車と左折車は、信号交差点交通容量と流入交通量に依存し、右折車は、対向直進交通量にも依存することを踏まえている。

次に、推定の基本となる交差点遅れを三角ファジィ数で表現する (図2)。

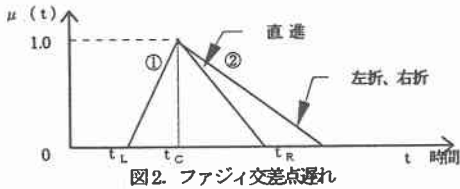


図2. ファジィ交差点遅れ

ここで、 t_d は、三角ファジィ数の中心と呼ばれ、本モデルでは車両の到着および発進が一様としたときの平均交差点遅れを用いる (式1)。

$$d = \frac{c(1-e)^2}{2(1-e \frac{q}{C_i})} \quad (1)$$

ここで、 d 、 c および e はそれぞれ平均交差点遅れ、信号のサイクル時間、青時間比である。

t_L および t_R は、一般にファジィ数の左右の広

がりに対応する³⁾。この値は、左辺および右辺と呼ばれる。右辺は、パラメータ β を交差点での進行方向 (直進、左折) それぞれ β_S, β_L ($1 \leq \beta_S < \beta_L$) を用いて、式(2)で表す。

$$t_R = \beta \cdot t_c \quad \beta \geq 1 \quad (2)$$

左辺はパラメータ γ を用いて、式(3)で表す。

$$t_L = \gamma \cdot t_c \quad 0 < \gamma < 1 \quad (3)$$

先に定めたファジィ交差点遅れ (図2) で、中心より左側の直線①を、 $\mu(t)=0.5$ の軸で対称に折り返した直線①'に変換する。中心より右側の直線②は、中心から左辺間の時間を右にシフトさせた直線②'に変換し、これをファジィ交差点遅れ推定の基準形とする (図3)。

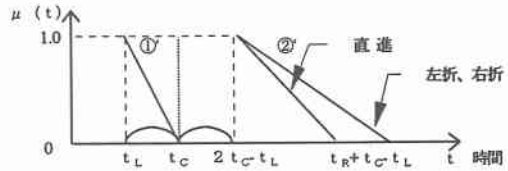


図3. 交差点遅れの基本形

この基準形と、図1で示した連結度が交わる時間を、実際のファジィ交差点遅れの中心および左・右辺とする (図4)。

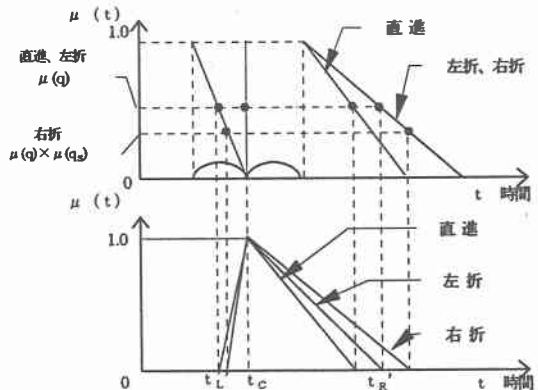


図4. 交差点遅れの推定

本モデルでは、ファジィ交差点遅れの中心を平均交差点遅れで表現している。なぜなら、静的交通

配分モデルは、実時間的な面から道路網上の交通流を実現しようとするものではなく、一定のOD交通量が何回となく繰り返されてトリップが行われる場合に、実現するであろうと思われる期待値的な交通量を表していると考えらるべきである⁴⁾、という理由からである。つまり、ファジィ交差点遅れの中心を平均交差点遅れで表現し、交差点での進路による違いを右辺及び左辺を決定するパラメータ β 、 γ で表現する。

交差点遅れの推定法において、連結度が1のときは、ファジィ交差点遅れは中心に左右対称なファジィ数となる。そのため、その代表値（重心値）はファジィ交差点遅れの中心と一致する。連結度が小さくなるにつれて、ファジィ交差点遅れの左および右辺が大きくなり、交差点遅れも大きくなる。右折車の場合、対向車がない場合は、左折車の交差点遅れと等しいが、対向車があるときは、左折車の交差点遅れよりも大きくなる（連結度が小さくなるため）。本推定法は、交通状況の変化がもたらす、平均交差点遅れ（ファジィ交差点遅れの中心（ t_d ））に対する遅れを推定するプロセスといえる。この交差点遅れは、配分結果にその影響を取り入れることを主要な目的とし、交差点遅れを厳密に推定するものではない。

なお、リンク所要時間はBPR関数で得られた値としている。リンク所要時間と運転者の認知する交差点遅れを足し合わせて経路所要時間とするのは、妥当性を欠く方法であるが、認知のメカニズムが解明されたなら十分に妥当性があると考えられる。

3. HUIA モデルの札幌都心部への適用について

札幌都心部の道路網の特徴をまとめると以下のようになる。

- ・道路網がグリッド状である。
- ・交差点間の距離が短い（約100メートル）。
- ・信号交差点が多い。

このような道路ネットワークに従来のモデルを適用した場合と、HUIA モデルを適用した場合を考えてみる。図5と図6はそれぞれ本モデルと従来のモデルによるノード③からノード⑦への最短経路を示して

いる。ここで、図中のノードは信号交差点を表し、全てのリンクの所要時間は等しいものとする。

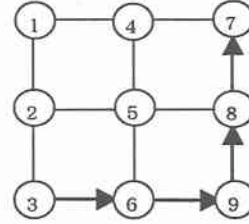


図5. 本モデルによる最短経路

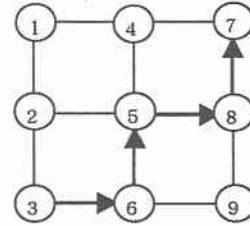


図6. 従来のモデルによる最短経路

本モデルでは交差点遅れを考慮し、さらに交差点での進行方向により交差点遅れが異なるため、なるべく右左折の少ない経路が選択されていることがわかる。しかし、従来のモデルでは、交差点遅れの影響を考慮していない。そのため、実際には選択されそうにもない経路が選択されている。ここで注目したいのは、従来のモデルでは、図6の経路を含め何通りかの経路の所要時間が等しく最短となるが（たとえば、経路①→②→⑤→⑧→⑦）、図6に示される経路が最短として選ばれる可能性があるということである。

このような理由から、札幌都心部の特殊構造ともいえる道路ネットワークには、HUIA モデルの適用が妥当と考えられる。

4. 創成川通りの連続アンダーパス化

(1) 整備計画の位置づけ

創成川通り（国道5号線）は、札幌都心部を南北に縦断する幹線道路であり、片側2車線が地上部で、さらに片側2車線が2つのアンダーパス部と、それらを連結する地上部の計（片側）4車線で構成されている。そのため、アンダーパス部において、東西方向の交通が分断され、他の東西主要幹線道路（国道12号線など）への負荷を高めている。

創成川通りの連続アンダーパス化は、札幌市の

市政執行指針である「第3次札幌市長期総合計画」（昭和63年策定）を受け、その実施計画である「第3次5年計画」における「都市空間計画」、「交通計画」および「生涯教育計画（文化・芸術）」各部門において位置づけられており、都心部のまちづくりにおける重要なプロジェクトとなっている。

(2) 整備計画案の概要

連続アンダーパス化区間は、北3条～南5条であり、片側地上部が2車線、アンダーパス部が2車線としている。

(3) 整備効果

創成川通り連続アンダーパス化の効果として、以下の4つの点が挙げられる。

1. 自動車交通の円滑化
2. 安全性の確保
3. 沿道環境の改善
4. アメニティ空間の創出

特に1つ目の点は、創成川通りの通過交通と都心アクセス交通を分流通化させ、その結果として、南北と東西交通が整流化されることである。この効果は、札幌都心部が抱える交通問題を解決するものと期待されている。

5. HUIAモデルによる配分計算

図7および図8はそれぞれ、アンダーパス連続化整備前と、アンダーパス連続化整備後のネットワークにおける、HUIAモデルによる配分結果である。主な設定は、以下の通りである。

- ・対象ネットワーク：(南北) 南6条～北5条、(東西) 東3丁目～石山通り（国道230号線）
- ・道路ネットワークの構造変化：北大通りの東方向への延伸（図8の経路71→84→97→110）。
- ・各リンクの自由走行時間：40秒
- ・各リンクの交通容量：4000台/時
- ・各交差点の交通容量：2000台/時
- ・信号の現示：サイクル時間が60秒、青時間比が30秒

表1. OD交通

O/D	104	124 (123)	128
1	1000台	1000台	1000台

アンダーパス整備後では、ノード1からノード123、128および104へ、それぞれ1000台ずつを流している。整備前後のOD交通で終点がノード122と123とは、一致していない。この理由は、現状ではノード1から進入し、東側に向かう交通は、ノード124とノード128から出ていくのほとんどである。これに対し整備後は、北大通りの延伸により、整備前にノード124から出ていた交通が、ノード123から出ていくようになると考えたからである。

配分結果を踏まえ、本モデルの特徴をまとめると、以下のようになる。

- ① 本モデルでは、進行方向別交差点遅れを考慮しているため、右左折の少ない経路が選択される傾向がある。
- ② モデル中に進行方向が記述されているため、一方通行によらない右左折禁止が表現可能である（たとえば、図7のノード84→83→96の右折禁止）。
- ③ 道路ネットワークを、リンク特性（自由走行時間やリンク交通量）だけでなく、信号交差点の特性も用いて表現できる。
- ④ 右折については、対向車がある場合、その影響も考慮できる。
- ⑤ アンダーパスのような信号交差点のない道路構造の有効性を示すことができる。

6. 今後の課題

今後の課題として、都市圏のOD交通量を考慮した配分計算をする必要がある。

参考文献

- 1) 内田賢悦、南正昭、高野伸栄、佐藤馨一：進行方向別交差点遅れを考慮した配分交通量推計モデルの構築、土木計画学研究・講演集20(2)、pp.283～286
- 2) Ken-etsu UCHIDA, Shin-ei TAKANO, Seiichi KAGAYA and Keiichi SATO: ESTIMATION OF THE ASSIGNED TRAFFIC VOLUME IN CONSIDERATION OF SIGNALIZED INTERSECTIONS, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol2, No3, pp777～793
- 3) 秋山孝正：ファジィ経路情報に基づくネットワーク解析、土木学会論文集、No449/IV-17、pp.145～154、1992
- 4) 佐佐木綱監修：交通工学、国民科学社

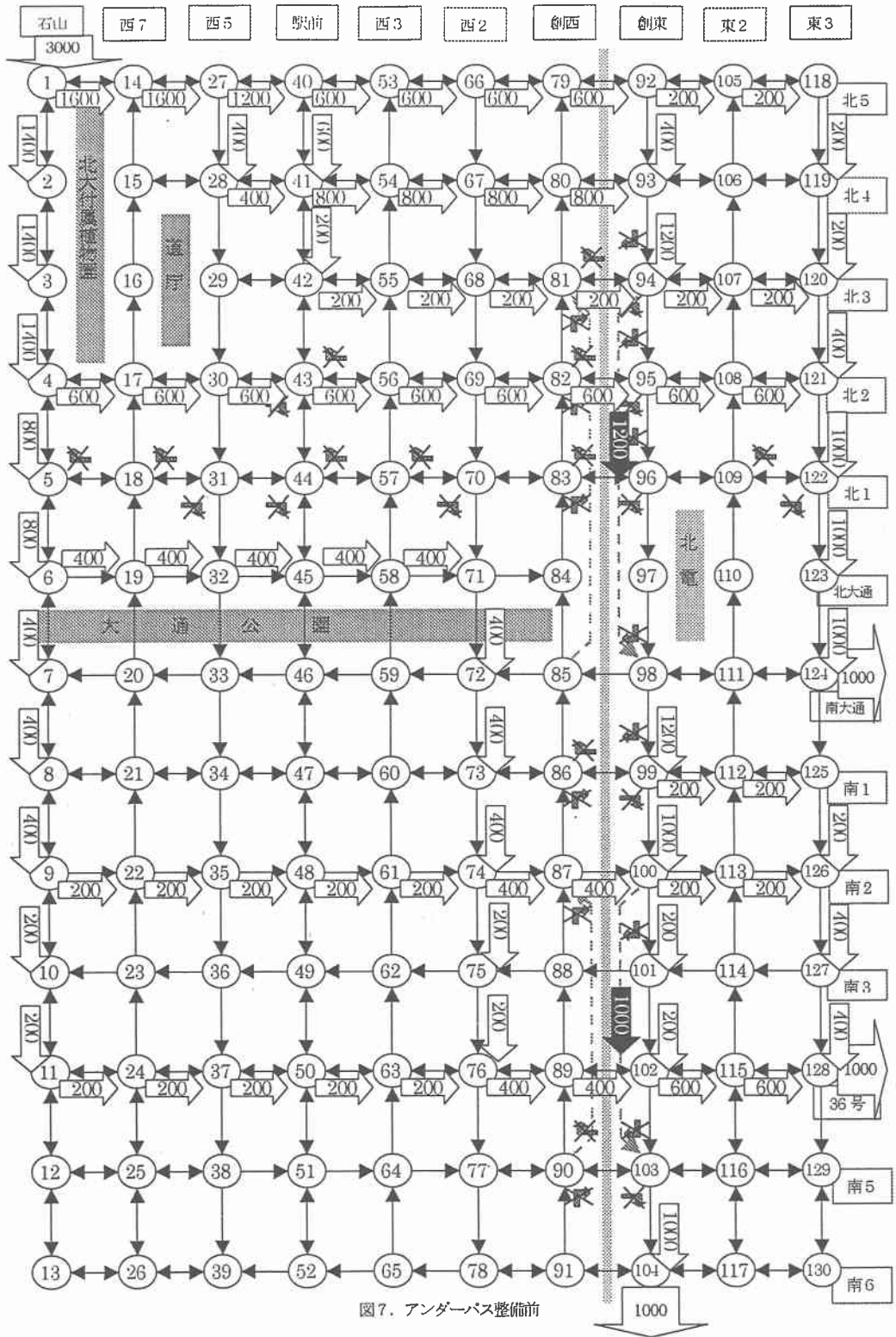


図7. アンダーパス整備前

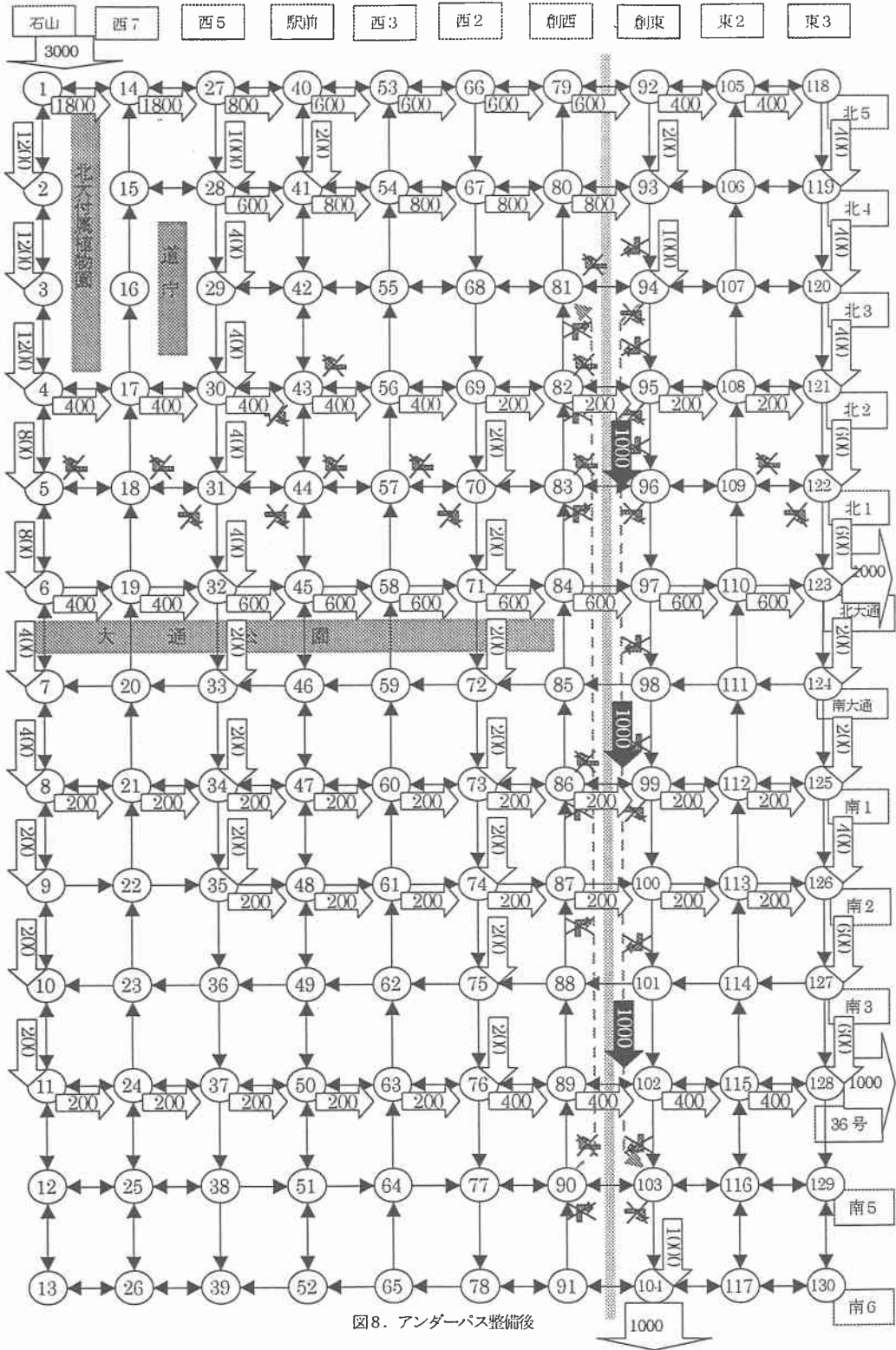


図8. アンダーパス整備後