

京都大学工学部 正員 工博 米谷栄二

工修 奥谷 巖

1. まえがき

今日のわが国の大都市における交通滞り現象は、そのほとんどが交差点に原因していると考えられる。ここに現在の交差点を改良して、交通を円滑に処理しようとする考え方が生まれてくるゆえんがある。もちろん、現在または将来の交通需要に耐えうるだけの都市高速道路を一挙に建設できるならば、こうした交差点改良ということにはさほど問題にならないであろうが、現実の問題としては、このことは財政的に、とても不可能であることか、将来の望ましい街路網を形成する過渡的な段階として、現在の交差点を可能な範囲で改良し、もって街路網を発生する交通滞り減少を期せようとする努力は現実に即したものであり、現在または将来にわたってわが国の大都市が必然的に直面すべき問題と考えられる。ここでは、このような交差点改良問題を経済効果的側面からとらえ若干の基礎的な考え方を述べることにする。

2. 問題提起 大都市で交差点改良ということをするとき、その対象となるものは多くの場合街路網全体にわたる複数の交差点であろう。そうしたことからここでは一つの街路網に属するいくつかの交差点からなる交差点系を対象に、その改良方式に関して、基礎的な立場から考察してみることとする。ここに改良方式ということとは、基本的には種々の改良方策の改良効果ということに関連して街路網の各交差点でとるべき改良方策を決定することと意味するが、ここではその過程において改良効果ということだけを問題にするのではなく、建設資金の投資効率ということも重要視して、対象街路網の交差点改良のためにいま一定の建設資金が与えられたとしたときに、その資金の範囲内で街路網のどの地点の交差点でどのような改良方策を講ずれば、交差点系全体からみた場合に最大の改良効果を期待できるかという問題を論ずる。なお改良効果を評価する規準としては、交差点で発生する待ち時間損失を考えるものとするが、そうすると最大の改良効果ということは、最小待ち時間損失という言葉でおきかえられ、一定の建設資金の範囲内で考えるということからすれば、それは最大の経済効果ということになる。各交差点で達成ことができる改良方策としては、いろいろあり得ると思われるがここでは簡単のためにそれを立体化のみで限定して考えることにする。そうすると街路網の各交差点で考えられる政策は立体化と平面交差(現状維持)の2つだけになる。一般に街路網を立体化することによって、その交差点を通過する交通が被る待ち時間損失は極度に少なくなることと予想されるが、その交差点にうまく交差点が立体化されていない場合には、むしろ混雑が起きて激化するところがあり、全体として待ち時間損失が果して減少したかどうか疑問な場合も考えられるので、ここではそうしたことも考慮して問題の解析を行なうことにする。なおここで立体化といふのは完全立体化を意味するのではなく右左折車は信号制御を受けるといった不完全な立体化を考えることにするが、これは都市内の交差点を改良によって完全立体化にすることは現実的でないと考えたからである。

3. 問題の定式化 以上筋原のために図-1に示したような格子状街路網を考える。そしてその街路

網に斜めの分割線をし、それによって分割された区域に1~Nの番号をつける。また第i区域に含まれるリンクと交差点に1~ k_i , 1~ m_i の番号を付す。つぎに、以下に示すような記号を導入する。

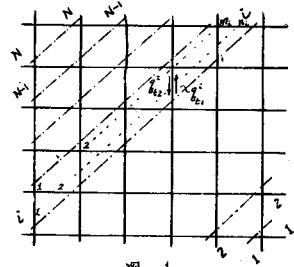


図-1

k_{ij} : 第i区域内の主要日のリンク上で第(i-1)区域の交差点から第i区域の交差点へ向う交通量。

g_{ij}^i : k_{ij}^i にたいする対向交通量 g_{ij}^i, g_{ij}^i : 網外から流入する交通量

$P_{i1}^i, P_{i2}^i, P_{i3}^i, P_{i4}^i$: k_{ij}^i, g_{ij}^i の左折率および右折率

k_i^i : 第i区域と主要日の交差点ごとの政策。 $k_i^i=1$: 平面交差, $k_i^i=0$: 立体化

k_i^i : 第i区域と主要日のリンクの第i区域内の端点(交差点)における政策。 k_i^i との関係は図-1の場合。 $k_1^i = k_2^i = k_1^i, k_3^i = k_4^i = k_2^i, \dots, k_{n-1}^i = k_n^i = k_m^i$

k_i^i : 第(i+1)区域と主要日のリンクの第i区域内の端点における政策。 k_i^i との関係は図-1の場合。

$k_1^i = k_1^i, k_2^i = k_2^i = k_2^i, \dots, k_{n-1}^i = k_{n-1}^i$

C_i^i, C_i^i, C_i^i : k_i^i, k_i^i, k_i^i と同じ相互関係をもつ第i区域内の平面交差のときの交差点の容量。

B_i^i, B_i^i, B_i^i : C_i^i, C_i^i, C_i^i に対応した交差点立体化後の対応左折車容量

$g_i^i(g_i^i)$: 交通量を第i区域と主要日の交差点容量が g_i^i であったときにそこで被る待ち時間損失

$g_i^i(g_i^i)$: g_i^i が流出してきた隣接交差点が立体化されているとき、当該交差点が平面交差であった場合の g_i^i が被る待ち時間損失

D_i^i : 第i区域と主要日の交差点の立体化に要する建設費

D : 総建設資金

D_{i-1} : 第(i-1)区域までの交差点改良が完了してやがて結果残っている建設資金

$f_i(k_1^i, k_2^i, \dots, k_{m_{i-1}}^i, D_{i-1})$: 第(i-1)区域で政策 $k_1^i, k_2^i, \dots, k_{m_{i-1}}^i$ をとりその結果第(i-1)区域以降の立体化のために残された建設資金が D_{i-1} であるとき、残りの第(i+1)区域から第N区域へ最適政策をとった場合にそれら(N-i+1)個の区域で生ずる最小待ち時間損失

以上のように定義すると街路網の各交差点における改良方針と決定する最適化の過程は、つぎのような最適性の原理に基づく繰り返しの関係に仕上がる。

$$f_i(k_1^i, k_2^i, \dots, k_{m_{i-1}}^i, D_{i-1}) = \min_{k_1^i, k_2^i, \dots, k_{m_{i-1}}^i} \left\{ \sum_{j=1}^{m_i} k_j^i \{ g_i^i(k_{ij}^i, C_i^i) + g_i^i(g_{ij}^i, C_i^i) + (1-k_j^i) (g_i^i(g_{ij}^i, C_i^i) + g_i^i(P_{i1j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + g_i^i(P_{i2j}^i, g_{ij}^i, B_i^i)) + k_j^i (g_i^i(g_{ij}^i, C_i^i) + g_i^i(g_{ij}^i, C_i^i)) \} + \sum_{j=1}^{m_i} (1-k_j^i) \{ g_i^i(P_{i1j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + g_i^i(P_{i2j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + g_i^i(P_{i3j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + g_i^i(P_{i4j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + (1-k_j^i) (g_i^i(P_{i1j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + g_i^i(P_{i2j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + g_i^i(P_{i3j}^i, g_{ij}^i, B_i^i) + g_i^i(P_{i4j}^i, g_{ij}^i, B_i^i)) \} + f_{i+1}(k_1^i, k_2^i, \dots, k_{m_i}^i, D_{i-1} - \sum_{j=1}^{m_i} (1-k_j^i) D_i^i) \right\}$$

上式の手順により第N区域から最適化を行なってゆくと最後に第1区域に到達する。この区域における最適化は $f_1(D) = \min_{k_1^1} \{ \sum_{j=1}^{m_1} k_j^1 g_1^1(g_{1j}^1, C_1^1) + \sum_{j=1}^{m_1} (1-k_j^1) (g_1^1(P_{11j}^1, g_{1j}^1, B_1^1) + g_1^1(P_{12j}^1, g_{1j}^1, B_1^1)) + f_2(k_1^1, D - (1-k_1^1) D_1^1) \}$ なる式によって与えられるが、この段階でまず第1区域での最適政策範囲が決定される。そうすると次に求めてある $f_2, f_3, \dots, f_n$ を利用することによって全区域各交差点における最適政策が求められる。よって街路網全体での待ち時間が最小になるような各交差点の改良方針が決定できる。