

京都大学工学部 正員 秋山 孝正
 京都大学工学部 正員 井上 矩之
 京都大学工学部 学生員 原 文人

1. はじめに

現在、増大する都市内交通需要は、有料の都市高速道路と平面街路により処理されているが、必ずしも適正な分担関係にあるとはいえない。もちろん、長期的には都市高速道路の料金水準の決定によって両者の交通量調整をはかる方法があるが、これは日々変動を生じている交通需要に対応するためのものではない。また短期的な交通量調整策として、都市高速道路の流入制御等の交通管制が行われているが、平面街路との関係を明示的に考慮していない。本研究は、都市内交通需要をマクロに捉え、平面街路との関係を考慮し、都市高速道路の分担すべき交通量を知り、これを実際の交通制御の水準を示す指標として導入していくことを目的としている。実際には、簡単なモデルを作成し、これにより考察を行う。

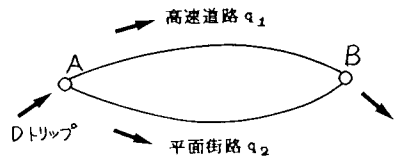


図-1 モデルの概念図

2. 二経路分担モデル

ここでは、現象を単純化して記述するため、有料の高速道路と平面街路について、図-1に示すような二経路間の交通分担関係も表現するモデルを作成する。このモデルの基本的な構造式は表-1に示されているが、以下各項目について若干の説明をおこなう。

表-1 モデルの構造

制約条件	$q_1 + q_2 = D$ ①
走行速度:	$V_i = a_i - b_i q_i$ ②
所要時間:	$t_i = L_i / V_i$ $= L_i / (a_i - b_i q_i)$ ③
時間価値:	$\lambda_i = \lambda(q_i)$ ④
D : 発生トリップ数 (台) q_i : 分担トリップ数 (台) V_i : 平均走行速度 (km/h) a_i, b_i : パラメータ (km/h, km/h・台) L_i : 利用距離 (km) λ_i : 平均時間価値 (円/台・分) i = 1 : 高速道路 i = 2 : 平面街路	

a) トリップ数 (q_1, q_2, D)

二地点 A, B 間のトリップ (総数 D) はいずれかの経路に分担され、このトリップ数も q_1, q_2 と表している。(式①) すなわち、全トリップ数 D のうち、実際に都市高速道路がどの程度これを処理する必要があるか (q_1) を決定することがモデルの主旨である。

b) 平均走行速度・所要時間 (V_i, t_i $i=1, 2$)

両経路とも発生するトリップの増加に伴い走行速度は減少し、また所要時間は増大する。この関係をいずれも q_i に対して単調な変化をもち、操作性を持つ形として式②、③のように定めた。したがって、パラメータ a_i, b_i が各道路の走行条件を示す指標となっている。

c) 時間価値 (λ_i , $i=1, 2$)

道路利用者の高速道路利用の有無は、高速性に対する評価としての時間価値の差異に起因すると思われる。そこでモデルでは、図-2の概念図に示すように、高速道路利用者 (図中斜線部) は常に平面街路利用者より高い時間価値を持つとし、また都市高速道路の分担量の変化に伴って、両利用者の境界値 λ^* を変化させる。この結果各経路の利用者の平均的時間価値 λ_i はそれぞれの分担量 q_i の関数として表現されることになる。(式④ 参照)

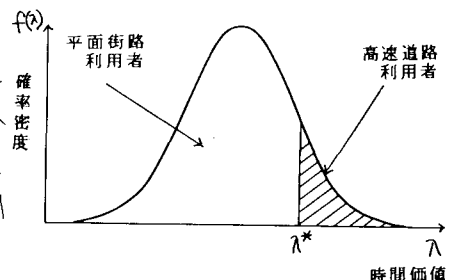


図-2 時間価値分布の概念図

3. 目的関数の設定

実際に全トリップ数 D が二経路に分担するかを考えた場合

合、いくつかの立場からの評価が可能である。たとえば①道路運営者②道路利用者③社会的な立場といったものが考えられるが、①、③はそれぞれ「利用台数最大化」「総走行時間最小化」といった比較的明確な結果をもたらす。そこで本研究においては、道路利用者の立場から見た評価を考えることにした。この場合、目的関数は高速道路、平面街路の利用者のそれぞれの走行時間費用および高速道路料金の和としての交通費用の最小化であり、具体的には次式のように定式化される。

$$F = \lambda_1 g_1 t_1 + \lambda_2 g_2 t_2 + P g_1 \rightarrow \min$$

概念的には、図-3に示すように各項の増加、減少の均衡点としてFを最小とする点 q_1^* が求められる。また、実際に dF/dg_1 を計算すると、

$$dF/dg_1 = \{P - (\lambda_2 t_2 - \lambda_1 t_1)\} + (\lambda_1 g_1 t_1' - \lambda_2 g_2 t_2') + (\lambda_1 g_1 t_1 - \lambda_2 g_2 t_2)$$

となり、この各項、すなわち節約時間費用差、総走行時間の増分、および平均時間価値の変化分の和が零となる場合に、目的関数の最小化がはかれることがわかる。

4. モデルの適用と考察

実際のモデルの計算にあたり、本研究では阪神高速道路空港線およびその並行街路を例として取り上げた。具体的には、まず内定化する諸変数の変化に対するモデルの挙動を見るために、時間価値の分布形状、あるいは走行速度のパラメータに対する分析をおこない、さらにモデルを交通需要量の変化に対応させるために、それぞれのケースに対して、Dの値を変化させ、都市高速道路の分担すべき量を全体に対する比率として求めた。これらの計算結果の一部を示したものが図-4である。本図より時間価値の分布形状の差異がモデルの均衡解に及ぼす影響は交通需要量が少ないとともに大きく現われることがわかる。これはDの値が小さいほど時間価値の変化にモデルの解が敏感に反応すること起因すると考えられ、実用性のあるモデル作成にあたっては、妥当な時間価値の設定が重要であることが示されている。ただ本図からもわかるように、12万台程度以上の交通需要がある場合には、モデルの挙動が安定し、いずれのケースにおいても分担率が減少の傾向を示している。このことから結局、本例においては「総交通需要量が増加するにしたがって都市高速道路の分担する割合を減少させていくことで利用者の立場から見た最適化をはかれる」とことが結論としてえられる。またさらに利用者が二経路の節約時間差と高速道路料金が等しくなるような選択（これを交通調整を行行われない際の利用者の判断とする）をした場合の分担率の変化（図中△印で表示）と比較すれば、さきと同様12万台程度以上の場合には常にモデルから求められる分担率の方が低い値を示しているため、これから「一定以上の総需要に達した場合には、都市高速道路への流入を制限していくことが両経路全体としての最適化となる」とことがわかる。これらの結果は直接、実際の交通管制にはつながらないが、全ネットワークとしての最適化を考慮する上で有用な知見であるといえる。なお今回の研究においては、モデルが現象を単純化して記述したものであるため、定性的な議論におこなうにとどまった。現実の交通管制方法への導入をめぐり、具体的には、二経路以上での分担関係のモデル化、あるいは一日の総交通需要量の短期間の予測方法の作成とモデルとの結合などが、今後の検討課題としてあげられる。

参考文献

井上博司 有料道路と一般道路の適正交通分担を考慮した有料道路の料金水準について 第38回土木学会年次学術講演会概要集

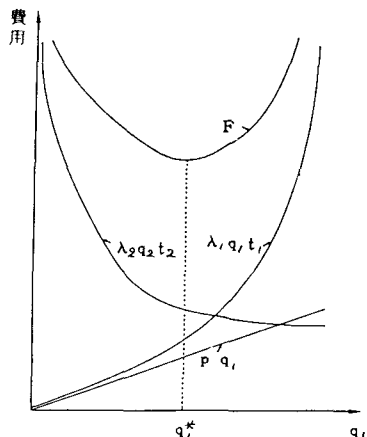


図-3 目的関数の変化

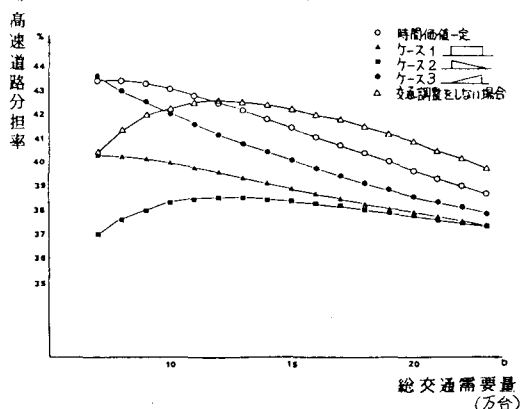


図-4 高速道路分担率の変化