

街路への影響を考慮した

都市高速道路の交通制御に関する基礎的考察

京都大学工学部 正員 井上 矩之

京都大学工学部 正員 秋山 孝正

京都大学工学部 学生員 〇原 文人

1. はじめに

都市内の交通需要の増大に伴い、都市高速道路、平面街路のいずれにおいても交通混雑が生じている。こうした現況下において、従来のように個々の道路ごとの効率化を図っても、他経路への混雑の増大をもたらす結果となり、必ずしも全ネットワークとしての最適状態を現出しえない。そこで本研究では、平面街路の交通状態を考慮した都市高速道路の分担すべき交通量を決定する方法について検討する。このまでに、料金の変化によって高速道路の交通量を調整する方法が提案されているが、こうした方法は長期的な調整であり、日々の交通需要の変動には対応できない。実際には、交通需要変動に対応した短期的な交通量調整として、高速道路の流入ランプ閉鎖等の物理的な流入制御が行われており、本研究は、このような実際の制御への指針を示すことを目的としている。

2. 交通量分担モデルの構造

本研究は図-1に示すようなネットワークについてこの分担を考えており、モデルの構造は表-1に示すとおりである。つまり、2地点AB間に高速道路と平面街路の2経路が存在し、2地点間の需要交通はいずれかの経路を通る。(式(1)) AB間の所要時間は分担交通量に依存する。ここでは速度式を式(2)、所要時間式を式(3)で表わすものとする。さらに、交通に要する時間を費用としてとらえるために時間評価値を用いる。時間評価値は、各利用者的高速性に対する評価であるから一般に分布をもっていると考えられる。たとえば図-2のような分布をもつ場合、高速性を要求する交通が高速道路を利用すると仮定し、高速道路利用者の時間評価値は、平面街路利用者のそれより常に高いものとする。したがって本モデルでは図中の斜線部分が高速道路利用者の時間評価値となる。さらに分担交通量の変化によって境界値 λ^* を変化させれば、それぞれの平均時間評価値も変化することから、式(4)のように平均時間評価値は、分担交通量の関数と

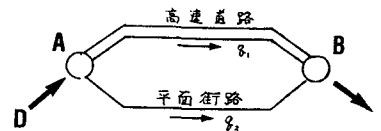


図-1 モデル路線図

表-1 モデルの構造

制約式	$q_1 + q_2 = D$(1)
速度式	$V_i = a_i - b_i q_i$(2)
所要時間式	$t_i = L_i / V_i$ $= L_i / (a_i - b_i q_i)$(3)
時間評価値	$\lambda_i = \lambda_i(q_i)$(4)

D : 総需要量 (台)
 q_i : 分担交通量 (台)
 V_i : 平均速度 (km/h)
 a_i, b_i : 定数 (km/h, km/h・台)
 L_i : 利用距離 (km)
 λ_i : 平均時間評価値 (円/分・台)
 $i=1$: 高速 $i=2$: 平面

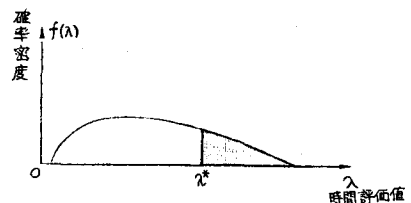


図-2 時間評価値の分布

Noriyuki INOUE, Takamasa AKIYAMA, Fumito HARA

して表わされる。

3. 最適化の基準

最適な分担交通量の決定基準として従来から考えられている3つの立場をとりあげる。すなわち①道路管理者の立場 ②道路利用者の立場 ③社会的な立場である。それぞれの立場に対して、時間評価値の分布を考慮して定式化したものを表-2に示す。立場①では、料金収入が最大となることが望ましく、式(5)のようになる。この場合、

表-2 最適化基準

①	$F_a = p q_1 \rightarrow \max$	(5)
	$dF_a/dq_1 = p > 0$	(6)
②	$F_u = \lambda_1 q_1 t_1 + \lambda_2 q_2 t_2 + p q_1 \rightarrow \min$	(7)
	$dF_u/dq_1 = \{p - \lambda_1 t_1 - \lambda_2 t_2\} + (\lambda_1 q_1 t_1' - \lambda_2 q_2 t_2') + (\lambda_1' q_1 t_1 - \lambda_2' q_2 t_2) = 0$	(8)
③	$F_s = \lambda_1 q_1 t_1 + \lambda_2 q_2 t_2 \rightarrow \min$	(9)
	$dF_s/dq_1 = (\lambda_1 t_1 - \lambda_2 t_2) + (\lambda_1 q_1 t_1' - \lambda_2 q_2 t_2') + (\lambda_1' q_1 t_1 - \lambda_2' q_2 t_2) = 0$	(10)
	$(t_1' = dt_1/dq_1, t_2' = dt_2/dq_2)$ $\lambda_1' = d\lambda_1/dq_1, \lambda_2' = d\lambda_2/dq_2$	

式(6)より「流入交通量が多いほど望ましい」ことがわかる。立場②においては、利用者として走行に要する費用が最小となることか最適であるから、利用者の走行に要する全費用を高速道路の料金費用および両経路の時間費用であらわして、式(7)のように定式化する。これは極値問題として式(8)で求められる。第1項は「料金を加味した所要時間差から生ずる費用差」第2項は「総走行時間の増加分の差」第3項は「時間評価値が分担交通量の差異によって変化を生じたための増加分」である。さらに立場③においては、道路管理者および利用者という競合する2つの主体の利害をあわせ考え、目的関数は時間費用のみに帰せられ、式(9)のようになる。この場合も極値問題として式(10)で求められる。これは「時間評価値を考慮した総走行時間最小化配分」となる。

4. モデルの適用

阪神高速道路空港線とともに平行する街路を例にとりあげ実際の計算を行った。利用者の立場に立った最適化基準による計算結果の一例を図-3に示す。モデルの挙動を知るために、時間評価値の分布形を3ケース与えてみた結果、総需要量が多くなるほど分布形のちがいによる最適分担率のちがいが小さくなった。これは総需要量が多いと限界走行時間の高い均衡状態にあり一台の車の転換による走行時間の変化が小さいため、時間評価値の差異が相対的に小さくなることによると考えられる。また、両経路の交通容量のちがいを考慮して総需要量の変化に伴う高速道路の分担率変化を求めたところ、いずれのケースにおいても、総需要量の増加に対して高速道路への流入をおさえることで総費用の最小化がはかれることがわかった。

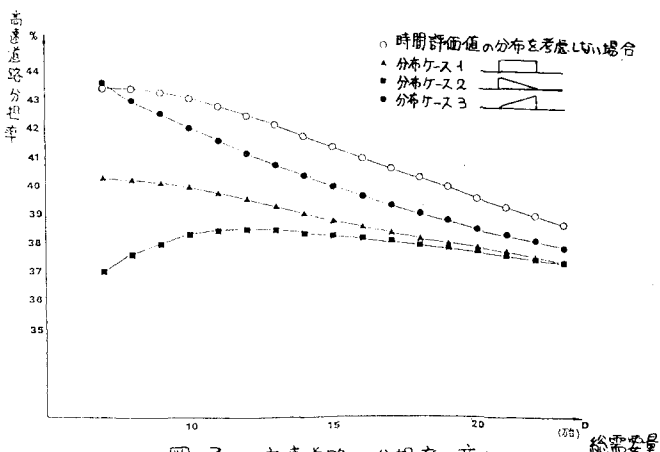


図-3 高速道路の分担率の変化

参考文献

1) 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 土木学会第38回年次大会論文発表要集第4部 昭和55年10月