

IV-178 旅行時間変動に対するドライバーの対応を考慮した交通量配分

西松建設(株) 正会員 中尾光宏
 京都大学工学部 正会員 内田 敬
 京都大学工学部 正会員 飯田恭敬

1. はじめに

現代社会において、道路は基本的かつ不可欠な施設である。しかしながら現状は渋滞が慢性化し、道路機能の低下は甚だ著しい。そこで著者らは、リスク分析的アプローチから、渋滞による期待損失を最小にするような適正経路分担交通量(リスク配分)について検討を進めてきた¹⁾。これは単一ODで高速道路と一般道路の2本のリンク間の分担関係を考えるものである。その手順を簡単に述べておく。まずドライバーの行動を、旅行時間変動に起因する遅刻リスクへ適応するための出発時刻選択行動という側面から捉える。この場合に、到着すべき時刻とドライバーが選択した出発時刻との差は、ドライバーが出発前にあらかじめ見積もる旅行時間であり実効旅行時間と呼ばれる。実効旅行時間 t_e は次式で与えられる。

$$t_e = \mu_T + \sigma_T \phi^{-1}(\sigma_T / \gamma) \quad (1)$$

μ_T : 旅行時間の平均

σ_T : 旅行時間の標準偏差

$\phi^{-1}(\cdot)$: 標準正規確率密度関数の逆関数

γ : 遅刻ペナルティ

適正分担交通量決定問題は、ドライバーにとっての実質的な旅行時間(実効旅行時間に基づく)を用いたある種のシステム最適配分であるが、旅行時間の確率的な変動を考慮して、次式のように期待費用の最小化を図る。なお、高速道路の分担率 α を決定変数とする。

$$EC(\alpha) = \sum (F1_i + F2_i) \rightarrow \min. \quad (2)$$

$F1_i$: 経路*i*の実効旅行時間

$F2_i$: 経路*i*の遅れ時間費用の期待値

本稿では、より一般的な仮定の下での定式化を検討し、あわせて、ネットワーク中のある1OD間でリスク配分を実現するような交通制御を行った場合の、周囲の区間に及ぶ影響について考察する。

2. 知覚旅行時間分布

本研究では、道路の状態として渋滞と非渋滞を

取り上げ、各状態の下で旅行時間は正規分布すると仮定している。しかし従来¹⁾は式(1)で用いる μ_T , σ_T は、ともに非渋滞時のものであった。つまり、旅行者には渋滞に関する知識が無いと仮定していた。しかし日常的に同じ経路を通る旅行者には、経験的に道路状態に関するなんらかの知識があるはずである。そこで、旅行者の知覚旅行時間分布として、ここでは次式を用いる。

$$\mu_t = (A \cdot \mu_{t1} + B \cdot \mu_{t2}) / (A + B) \quad (3)$$

$$\sigma_t^2 = (A^2 \cdot \sigma_{t1}^2 + B^2 \cdot \sigma_{t2}^2) / (A + B)^2 \quad (4)$$

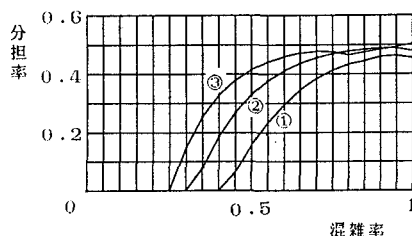
μ_{t1} , μ_{t2} : 非渋滞, 渋滞時の平均旅行時間

σ_{t1} , σ_{t2} : " の旅行時間の標準偏差

A, B: 重み係数

重み係数を操作することにより、旅行者の持つ情報の差を定式化の中に反映させることができる。

旅行者の持つ情報を考慮することの有意性を、数値計算によって検証する。ネットワークを1OD2リンクに限定し、重み(A, B)を、①(1, 0)、②(0.5, 0.5)、③(0, 1)として等時間(実効旅行時間)配分を行った結果を図1に示す。図中に示す混雑率とは、OD交通量を両経路の交通容量の和で除した値を意味する。図1より、重みの与え方の分担率への影響は大きいことがわかる。重みの与え方の決定は難しいが、ここでは渋滞の生起確率を用いて次式で与えることとする。



①(A, B) = (1, 0) の場合
 ②(A, B) = (0.5, 0.5) の場合
 ③(A, B) = (0, 1) の場合

図1 重みを変化させたときの分担率の比較

$$(A, B) = (P(0), \gamma \cdot P(1)) \quad (5)$$

$P(0)$: 非渋滞である確率

$P(1)$: 渋滞である確率

3. 遅刻した際の費用

式(2)に示した、システム最適を図る際の総時間費用に次式に示す遅刻ペナルティの期待値を加算することを考える。

$$t_p = \gamma \cdot P_1 \quad (6)$$

P_1 : 遅刻する確率

t_p の加算によって、旅行者の到着時間制約をより考慮した配分となるはずである。図2に、 t_p を①加算した場合と、②加算しない場合の数値計算例を示す。適正分担率は、混雑率の高い時に①と②とで差がみられる。したがって、遅刻ペナルティの加算について考慮することは有意であるとして、後の計算に用いる。

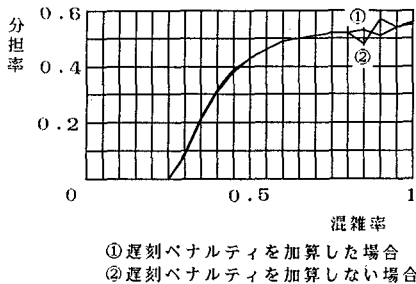


図2 遅刻ペナルティの有無による分担率の比較

4. リスク配分による周囲のリンクへの影響

まず対象区間とは、全ネットワーク中で交通を制御している区間のことである。また定式化には式(5)に示す重み係数と遅刻ペナルティ(式(6))の加算とを取り入れる。計算方法を簡単に述べる。①全ネットワークに総交通量を分割配分し、対象区間の交通量を求める。次に、②分割配分で求められた対象区間交通量をリスク分析手法により配分し、対象区間の旅行時間を求める。③対象区間については②で求められた旅行時間に固定して、再度全ネットワークの分割配分を行う。以下、②、③を繰り返して分割配分とリスク配分とで、対象区間の交通量と旅行時間を収束させる。この均衡状態で、分担率や時間費用について考察する。

ここでは、図3に示すネットワークに対して数値計算を試行した。全ネットワーク(左図)にお

ける太線部が対象区間(右図)で、9番リンクが一般道路、18番リンクが高速道路である。図4に、リスク配分の時と等時間配分の時の時間費用の比を示す。ただし①は対象区間の時間費用のみを取り上げた場合、②は全ネットワークの時間費用を考えた場合である。図4からわかるように、リスク配分を行うことによって対象区間の総時間費用はどの混雑率においても減少しており、目的は達成されているといえる。しかし混雑率が1を超えると、リスク配分により、全ネットワークの総時間費用は急増している。たとえ対象区間の費用が減じられても、他区間への悪影響が大きすぎては、リスク配分が有効であるとはいえない。この例から、リスク配分を効果的に利用するには他経路への影響も慎重に考慮しなければならないことがわかる。

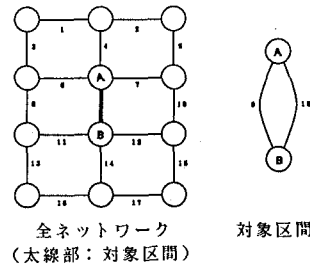


図3 計算に用いるネットワーク

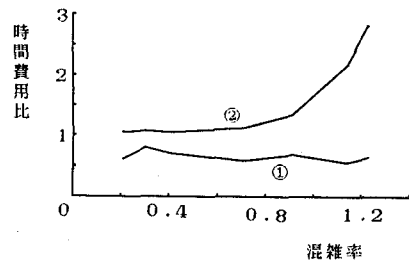


図4 時間費用の比

5. おわりに

今後は、重みや遅刻ペナルティの与え方についてさらに深く検討することは予定している。

<参考文献>

- 1) 飯田, 内田, 泉谷: 旅行時間変動による損失を考慮した適正経路分担交通量, 土木計画学研究・論文集, No.8, pp.177-184, 1990.