

高速道路の流入制限モデルの開発

鳥取大学工学部 正会員 奥山 育英
旭化成情報システム(株) 正会員 ○横川 元一

1. はじめに

高速道路上においては、円滑な交通流が一般道に比べて強く要求される。交通量の多い高速道路では流入制限によって円滑な交通流を実現させる方策が採られることがある。しかし、現実的には混雑してから流入を制限するといった後追いの流入制限であり、総合的には高速道路の効率を上げるものではない。

本研究では、本線交通流を最優先とし、流入ランプと本線との合流直後の通過交通量が、最大となるような流入制限を行ったときの高速道路各部における交通挙動に関する情報を得るためのシステムを開発した。具体的には、交通量-交通密度曲線と時刻に依存するランプ間交通量を与えて、高速道路上の任意の地点における通過交通量の経時変化および各ランプにおける流入待ち台数の経時変化が得られるようにした。

2. 高速道路上の交通挙動

高速道路上の車は次のような交通挙動をとるものとする。

①交通流は次の関係が成立しすべての車は空間平均速度で走行する。

$$q = k v \quad q: \text{交通量 (台/h)} \quad v: \text{空間平均速度 (km/h)} \\ v = v(k) \quad k: \text{交通密度 (台/km)}$$

このとき、交通量 q の最大値は q_c 。(この時の交通密度は k_c 。)であるとする。

②車は本線に交通密度 k 。までは流入できランプ通過直後の交通量は次式ようになる。

$$q_a = \min(q_b + q_{in} - q_{out}, q_c) \\ q_a: \text{合流後の本線交通量} \quad q_{in}: \text{ランプからの流入交通量} \\ q_b: \text{合流前の本線交通量} \quad q_{out}: \text{本線から流出ランプへの流出交通量}$$

③本線交通密度が k_c のとき、ランプ上の車は本線へ入れず、そこで待ちが形成される。ランプの交通容量は十分に大きいとする。本線の交通密度が k_c 。未満になれば到着順に流入する。

3. 高速道路流入制限モデル

2つのランプ間の交通流について述べる。いま、本線上の地点Aと地点Bでランプとの合流部があり、地点Aが上流で地点Bが下流にあるとする。地点Bでの通過交通量の経時変化、および流入ランプでの流入待ち車の台数の経時変化は次のような手順で算定する。

(1) 地点Aでの合流直後の通過交通量の経時変化から、地点Bへの到着交通量の経時変化を算定する。

①地点Aでの合流直後の通過交通量が経時変化することにより衝撃波が発生する。なお、衝撃波とは、交通量が変化する部分のことである。

②地点Aで衝撃波が地点Bまで伝播するので、衝撃波の軌跡(位置と時間)を算定する。これにより、任意の地点における交通量の経時変化が求まる。

③ ②により、地点Aを出発する車の出発時刻から、地点Bへの到着時刻が求まるので、地点Aの通過交通量のOD構成比の経時変化から、地点Bでの到着交通量の経時変化が求まる。

(2) 地点Bでの流入待ち車の台数および出発交通量の算定

①地点Bに到着した本線交通流は、ここで流出する車を除き、すべて本線へ流れる。

② ①の後、本線の交通密度が k_c 。以下であれば、地点Bで流入ランプに到着した車が到着順に、本線の密度が k_c 。になるまで本線へ流入する。 k_c 。になれば、本線へ流入できず、流入できない車は流入ランプで待ち行列を形成する。

以上のように、上流域の通過交通量の経時変化から下流域の通過交通量の経時変化、および流入ランプにおける流入待ち車の台数の経時変化を算定できる。

4. 計算例

本研究では、始点ランプ1からはじまり、20kmおきにランプ2、ランプ3、終点のランプ4をもつ、2車線の高速道路を例にとった。(図1 参照)



図1 ランプの位置

交通密度と空間平均速度との関係は、

$$v \text{ (km/h)} = 91.2 - 0.456 k \text{ (台/km/2車線)}$$

とし、最大許容交通量を4560台/hとした。

ランプ間の需要交通量は、図2に図示されているものを用いた。これが4日間繰り返されるものを用いた。

高速道路の任意の地点の通過交通量の分布状況を、図3に示した。これは、2日目の状況である。

また、各流入ランプにおける流入待ちの車の台数の経時変化を図4に示した。流入ランプ2においてのみ待ちが形成されている。

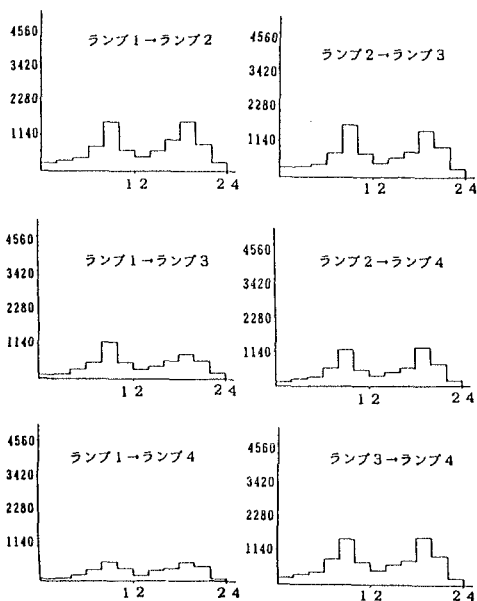


図2 ランプ間の需要交通量

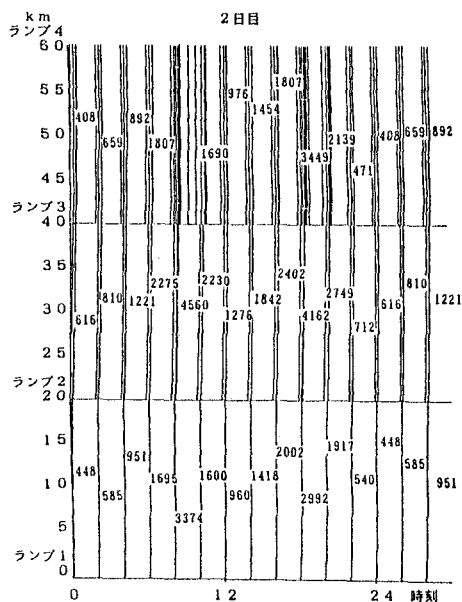


図3 交通量の分布状況

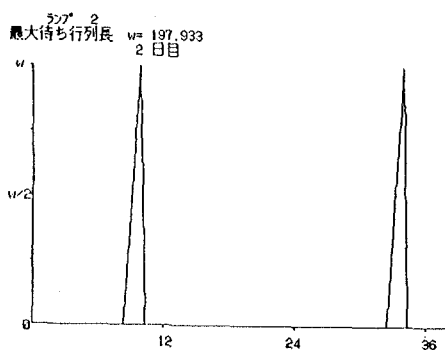


図4 流入待ち車台数の経時変化

5. おわりに

本研究の成果を利用して、車の待ち台数や高速道路上の交通量が多くなる部分を解消するような流入制限方法を求めるシステムの開発が容易になった。また、単純な直線状の高速道路の扱いに関しても、合流や分岐や環状といった複雑な高速道路への適用の展望も開けた。