

V-4 連続交通流とトールゲート 日本道路公団 津員 一瀬哲雄

車輛の待ち行列を生じし遂には連続交通流の走行速度を減速さしめることは道路政策上非常に支障あり且つ未だ現在の盲点である。以下トールゲートの例を論ずる。

§1. 待行列の長さ トールゲート数1に入って来る台数もサービスを受けて出る台数とともにランダムであると仮定し一定の長さの行列があらわれる確率と行列の長さの期待値を求めこの附近で起る交通流の遅滞を考えれば 待ち行列の長さ l である確率は次式で与えられる。 $P_n = (\xi_k)^n (1 - \xi_k)$ $\xi_k < 1$ (1)

茲に λ ; 平均到着率, γ ; 平均サービス率

又待ち行列の長さの平均 $\bar{n}$ は次式で与えられる。 $\bar{n} = \frac{\lambda}{\gamma} n P_n$ (2)

(2)式を(1)式に代入し級数展開し且つ ξ_k に關し微分し双方代入し合えば次式が得られる。

$$\bar{n} = \frac{\lambda}{\gamma} \frac{\xi_k}{1 - (\xi_k)} \quad (\xi_k < 1) \quad (3)$$

(3)式中 ξ_k はノンディメンションであらわされるから(3)式より待行列の諸元表を作成し次に待行列図を画き得る。

待行列 諸元表

この結果諸元表番号5.

6.7.9.10.等の場合にはその附近の交通流の走行速度は常に低下させていることとなる。

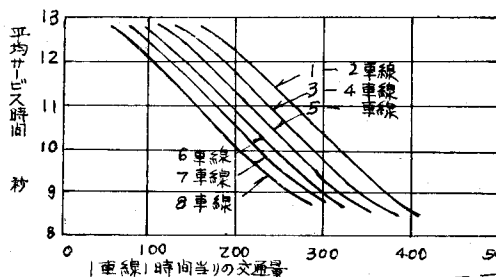
一オサービスタイムの短いものからサービスをを行う場合はもはや待行列図中の点曲線となり非常に能率的である。更に車線数に依り単位車線当りのサービス状況は変化する。

(車線当りのサービス状況図参)。

§2. 連続交通流

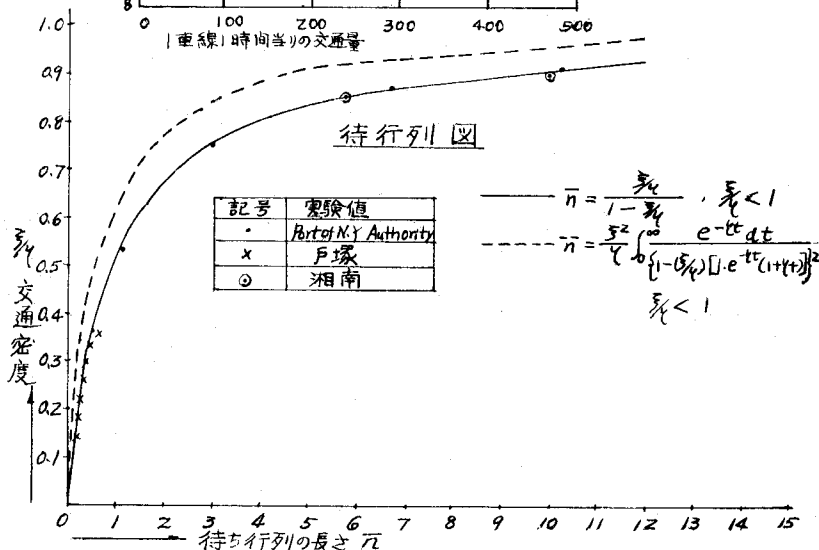
一般に交通容量(計画交通量)は道路構造令に規定されているが、それにしづまれている計画速度で走行出来るか否かは未だ疑問極まりない。

番号	1時間/車線当りの台数	合計台数	サービス率 γ (%)	到着率 λ (%)	交通密度 ξ_k	待行列の長さ $\bar{n}$	備考
1	100	400	1/0.215	1.67	0.36	0.56	Port of New York Authorityの資料を基に計算
2	150	600	1/0.211	2.50	0.53	1.13	
3	200	800	1/0.197	3.33	0.65	1.85	
4	250	1000	1/0.180	4.17	0.75	3.00	
5	300	1200	1/0.163	5.00	0.81	4.20	
6	350	1400	1/0.149	5.84	0.87	6.70	
7	400	1600	1/0.142	6.70	0.91	10.20	
8	(1日通過台数=4,488)		1/0.060	2.34	0.14	0.16	戸塚3-11-11(田)下橋
9	(1日通過台数=6,824)		1/0.100	3.50	0.35	0.75	サービスタイム6秒/台で $\lambda = 3.50$ とすれば
	390	390	1/0.129	6.68	0.85	5.70	湘南3-8-5ピーク時
10	(1日通過台数=4,469)		1/0.090	10.00	0.90	10.00	湘南3-8-4ピーク時
	600	600					



車線当りのサービス状況図

註) 資料出所
Port of N.Y. Authority



その原因は種々あるが今トールゲート位置に関係深い交通流の集合、分散を考える。

今 X : 1日平均走行距離 Y : 起終点間の距離 N_r ; r なる起終点を有する台数と観測点 P がある $A \sim B$ 方向に就いてのウェイトとする。

A 地区に N 台の車があるものとし行動半径 $L_1, L_2, \dots, L_n$ を考えればこれらの各地点の影響圏ではその中に含まれる車の保有地区に就いて加算すればよいから

$$\sum_{m=1}^{L_2} N_r \alpha_r \frac{X}{Y} < \sum_{m=2}^{L_3} N_r \alpha_r \frac{X}{Y} < \sum_{m=n}^{L_n} N_r \alpha_r \frac{X}{Y} \text{ の型となる。}$$

但し $m, m_2, \dots, m_n$; 影響地区の数。

実測の結果車輛交通の起終点距離分布はポアソン分布となりその傾度は $20 \sim 60 \text{ km}$ 位が大きい故に観測地点 P_1 と P_2 間が 20 km 以上であればそれはや

$$\sum_{m=1}^{L_n} N_r \alpha_r \frac{X}{Y} < \sum_{m=2}^{L_n} N_r \alpha_r \frac{X}{Y} \text{ とはならない。}$$

以上の理より有料道路に入る前、或は出た後に起る集合又は分散の程度が理解される。

§3. トールゲート設定条件

- [A] 一般に車輛の加速時間と制動時間の3倍を要するからゲートの加速区間は下り勾配とすること。
- [B] 減速車線は水平面が望ましいがその長さは設計速度に依り定める事。(減速車線の長さを得る設計速度図 *AAASHO - Geometric Highway Design P492* 参)
- [C] §1の待行列諸元表に依り待行列の長さ $n \geq 4$ 以内としてそのゲート数を決定する事
- [D] ゲート数1の場合には待行列図中点線分布の理に基きオートバイを別にサービス出来るように誘導路の余裕巾を持たせること。
- [E] §2よりゲートの位置を決定するのが望ましいが一般に両端にゲートを設置し一方に於いて上りを他方に於いて下りをそれぞれサービスすれば良いが管理費が問題となる場合には待行列の大きく出る方を有料端に向けるべきである。

§4. サービス方法

- [A] 連続交通のある場合には数台を一度に縦方向に1列に誘導してサービスすれば、そのサービスタイムを非常に節約出来る。
- [B] §3の[D]に依りサービスタイムの短い車よりサービスすれば待ち時間を節約出来る。
- [C] 其の他附近のタバコ屋でチケットを売ること、ゲートでチケットを受け取り易くする事、及び料金表示を明瞭にする事はサービスタイムを短縮することになる。

関係項目

REFERENCE ON QUEUES

§1. 1. D.G. KENDALL ; Some problems in the theory of queues.

Jour. of Royal Statist. Soc. B, 13, 151.

§1.3. 2. Operations Research for Management vol 2.

§1.3. 3. Introduction to Operations Research. John Wiley.

§2 4. 交通量推定の二三の問題 (昭和32年度道路会議論文集特定課題)

日本道路公団 比留尚豊 - 瀬哲雄 原田祥示

§1. 5. トールゲートの待合せについて (昭和32年度道路会議論文集) 東京大学 山柳芳雄

§234 6. 自動車の燃料消費率について (昭和32年度道路会議論文集)

日本道路公団 比留尚豊 - 瀬哲雄