

豊田高専 正員 金井 弥太郎
豊田高専 正員 栗本 謙

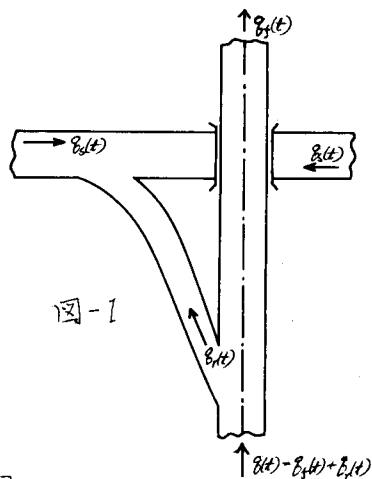
1. はじめに

我国のように未発達な状態にある都市内高速道路網では一般街路と異なり、一度流入すると迂回、径路変更などの逆転が制約されるので渋滞発生時の影響は一般と深刻である。渋滞発生の原因は種種考えられるが、その一つとして流入制限を受けて発生した渋滞が原因となり、本線を阻塞し本線上に渋滞車列を生ぜしめることがある。

オフランプと一般街路との交差接続部ではオフランプ交通量が流出交通容量をこえるとオフランプ上に渋滞が発生する。そして交通量の増加とともに渋滞車列が延伸し、ついに本線の一部を塞ぐと本線通過交通に大きな影響をあたえ、ひいては高速道路網全体の効率を低下させることになる。この研究はランプターミナルのオフランプ上で生じた渋滞車列の延伸が本線交通流におよぼす影響について考察したものである。

2. 渋滞の発生と解消

図-1に示すランプターミナルで $q_p(t)$ を通過交通量、 $q_r(t)$ を流出交通量とする。 $q_s(t)$ は一般街路一方向交通量、 $Q_f(t) = \int_{t_3}^t q_f(t) dt$ 、 $C_f(t)$ は本線通過交通容量、 S は一般街路との交差接続部での交差交通容量、 p は流出容量分配率、 L をオフランプの限界停止車台数とする。交通量のパターンが図-2のように与えられたものとする。まず流出交通流が増加し流出交通容量に達すると(t_1)、オフランプ上に待ち車列が発生し、この状態が維持されると渋滞車列が次第に延伸して本線上の通過車両に影響を与えはじめる(t_2)、もし $q_f(t) \geq C_f(t)$ であれば通過交通に渋滞車列が急速に発達する。次にピーク時間をすぎ、オフランプの流出交通量が減少しはじめると、渋滞車列も解消し始め本線に与える影響がなくなると(t_4)、通過交通の渋滞車列も次第に短くなり、平常状態にもどる(t_5)。またオフランプでの渋滞も t_5 で消滅する。本線交通流の渋滞について、総待ち台数(N)、時刻 t における待ち台数($n(t)$)、総おくれ時間(D)、平均おくれ時間($\bar{d}$)は次式よりもとめられる。



$$N = \int_{t_3}^{t_4} \{q_f(t) - C_f(t)\} dt, \quad n(t) = Q_f(t) - Q_f(t_3) - \int_{t_3}^t C_f(t) dt$$

$$D = \int_{t_3}^{t_4} \left\{ Q_f(t) - Q_f(t_3) - \int_{t_3}^t \phi(t') dt' \right\} dt$$

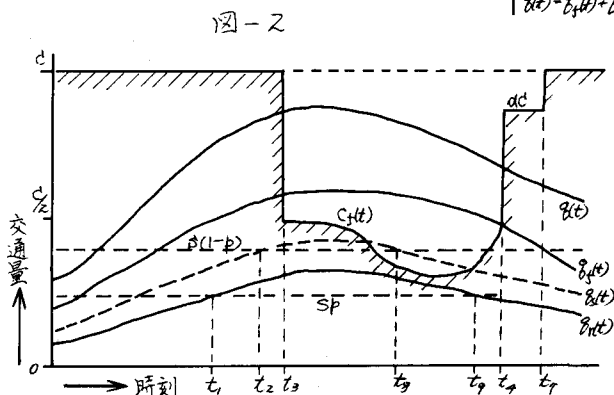
$$+ \int_{t_4}^{t_5} \{Q_f(t) - Q_f(t_3) - Q_f(t) - \alpha C - n(t_3)\} dt$$

$$\bar{d} = \frac{D}{N}$$

なを本線通過交通容量については、次のような仮定をした。

$$\begin{aligned} C_f(t) &= C - q_r(t) & t \leq t_1, t_2 \leq t \\ C_f(t) &= \phi(p r(t)) & t_1 \leq t \leq t_4 \\ C_f(t) &= \alpha C - q_r(t) & t_4 \leq t \leq t_5 \end{aligned}$$

ここで C は本線1方向交通容量、 α は一時停止による容量減少率とする、 $C_f(t)$ は流出車



の渋滞車列が延伸して本線上に達すると、直ちに $\frac{1}{2}$ に減少しその後本線上の車列長(Lm)に応じて増減する。時には流出車が内側車線を塞いで停止するとき零となることも考えられる。

3. 観測および解析 昭和49年9月20日1445~1645の間、首都高速5号線護国寺オフランプ上の交通挙動をビル屋上より俯瞰撮影した。使用カメラは16mmベルハウエルメモーションカメラで毎秒4コマ15分間連続撮影を行なった。護国寺オフランプの幾何構造はサイドランプでオフランプノーズ付近よりゆるやかな勾配(0.37%)および曲率半径(120m)を持った中員6.5mの2車線道路である。解析は16mmメモーション解析装置を使用した。ノーズ端より手前260mを20m間隔に13等分してそれぞれ解析の基準とし、ノーズ端を起点として各基準線に一連番号(①~⑭)を付した。

4. 解析結果 a. 交通量 15分を単位としてオフランプの渋滞車列がほとんど発生せず本線交通流に影響を与えていないときをCase 1(1440~1455、追越車線291台/15分、走行車線316台/15分)、交通量は少ないが本線上に渋滞が発生したときをCase 2(1550~1605、追越車線304台/15分、走行車線273台/15分)、交通量が多く渋滞も長く生じた場合をCase 3(1630~1645、追越車線393台/15分、走行車線350台/15分)とする。5分間交通量の最大値はCase 3で現われ263台/2車線、最小値はCase 1で181台/2車線であった。 b. 速度 渋滞による影響を見るために基準線⑦と⑭を取った。⑦はオフランプのテーパー部が始まる地点であり、⑭は標準断面部分である。追越車線と走行車線の平均速度を比較すると基準線⑦では各Case共に10km/h以下の低速を追越車線が保っているが、基準線⑭になるとCase 1は約10km/h、Case 2, 3は16~17km/h追越車線が高速となる。また追越車線の基準線①と⑦の差はCase 3が最大で9.3km/h、最小はCase 1で3.8km/hである。標準偏差は交通量の増加とともに増大している(表-1) c. 車線変更 交通量の増加とともに車線変更位置の分布(追越→走行)がランプ出口付近に集中しはじめてCase 2, 3で基準線④-⑤間で28.4, 25.5%の分布が見られる。(表-2) Case 3では、渋滞をさけるための走行車線から追越車線への変更が多く見られ全変更の内11.4%がそれに該当し、変更位置は基準線③-⑦の区間で行なわれている。これに対しCase 1では比較的自由な車線変更が見られ、全区間にわたって変更がみられる。 d. 交通容量の減少 Case 2, 3のK-Tの値はCase 1の回帰直線の下にあり、渋滞の影響を受けていることがわかる。走行車線に渋滞が発生すると走行車線の容量は零となる。また追越車線の容量は走行車線の渋滞車列の影響を受けて低下している。(図-4)容量の減少は渋滞の長さに関連し、渋滞が④以下の時、速度40~50km/h容量約1800台/時、渋滞④~⑥の時、30~40km/h約1200台/時、⑥~⑧の時、20~30km/h、約900台/時となる。

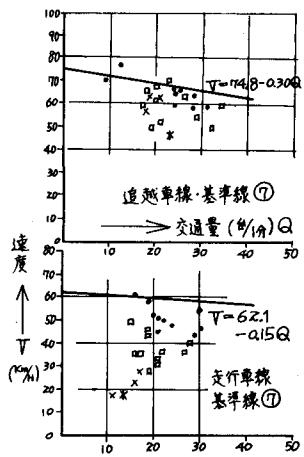
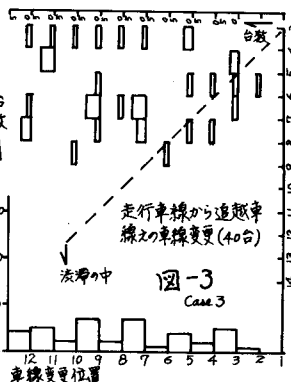
表-1

Case	車線	基準線	平均速度(km/h)	標準偏差(km/h)	85パーセント(km/h)
1	追越	①	70.5	8.4	77.5
		⑦	69.5	9.1	76.0
	走行	①	62.6	7.8	69.0
		⑦	58.8	8.2	67.5
2	追越	①	65.0	11.3	72.7
		⑦	65.0	11.2	73.0
	走行	①	53.7	12.7	64.5
		⑦	47.2	17.5	63.0
3	追越	①	60.5	8.3	67.5
		⑦	57.6	11.3	70.2
	走行	①	52.8	10.2	60.0
		⑦	43.5	15.0	60.0

表-2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Case 1	0	8.8	7.4	19.1	10.3	12.0	7.4	8.8	5.9	10.3	1.1	7.4	1.5	%
Case 2	0	7.5	22.4	28.4	3.0	4.5	6.0	4.5	9.0	7.5	4.5	0	3.0	%
Case 3	0	5.1	20.4	25.5	11.2	4.1	2.0	10.2	5.1	4.1	3.1	8.2	1.0	%

図-3 Case 3



ただし ; Case 1の T-Q
 • ; 渋滞位置が基準線④以下
 □ ; " " ⑤~⑥
 × ; " " ⑦~⑧
 * ; " " ⑨~⑬

図-4