

北海道大学工学部  
札幌市正会員  
正会員加来昭俊  
○長利秀則

## 1. はじめに

交差点改良の一つとして左折車線設置を取り上げ、これと交通容量、信号周期、おく此時間の相互作用について簡単な確率分布を利用した分析を行い、左折車線長の決定方法について検討を行った。道路構造令によると「滞留車線長は交通需要から計算で求める。」とありその最小値(20m)が定められているだけでその計算方法については詳細に述べられていない。これに対する研究のアプローチは待ち行列とおく此時間を考慮して左折車線長を決定する式を誘導したことに特徴がある。

## 2. 左折車線設置による交通特性

総交通量 $Q_T$ 、左折交通量 $Q_L$ 、車線数を $n$ とすると $(Q_T/n)$ に比例して $n$ の車線にそれぞれ行列が形成され、左折車は左折車線に集中する。

右折車がないとすると左側車線に存在する左折車の割合 $P_0$ は

$$P_0 = \frac{Q_L}{Q_T/n} \quad (1)$$

しかし、もし左折車線があれば車線に存在する行列は $(Q_T - Q_L)/n$ となる。左折車を全て左側車線上にあるものとするときの車線の左折車の割合 $P_1$ は

$$P_1 = \frac{n Q_L}{Q_T + (n-1) Q_L} \quad (2)$$

1時間当りの信号周期長が $C$ 秒であると1周期当りの車両数 $N$ は

$$N = Q_T \frac{C}{3600} \quad (3)$$

このうち、左側車線に存在する車両数 $M$ は

$$M = \left\{ \frac{Q_T}{n} + \frac{n-1}{n} Q_L \right\} \frac{C}{3600} \quad \text{または} \quad M = \frac{P_1}{P_1} N \quad (4) \quad (P_1 = Q_L / Q_T)$$

$M$ は周期長の減少に伴い直線的に減少することに注目する。

次に、簡単な交通観測により交差点手前で行列をなしている $k$ 番目の車の交差点通過時間 $D_k$ は

$$\text{夏の場合} \quad D_k = 2.17 + 2.11k \quad (5)$$

$$\text{冬の場合} \quad D_k = 2.87 + 2.64k \quad (6)$$

いま、夏の場合を例として左折車線がないときに全車両を流すためには時間 $T_0$ が必要となる。

$$T_0 = 2.17 + 2.11 \left( \frac{N}{n} \right) \quad (7)$$

しかし、左折車線があれば各車線には  $\frac{Q_T - Q_L}{n} \cdot \frac{C}{3600} = \frac{N}{n} (1 - P_1)$  台だけ存在し、これを解消するための時間 $T_1$ は次式となる。

$$T_1 = 2.17 + 2.11 \left( \frac{N}{n} \right) (1 - P_1) \quad (8)$$

(7)と(8)との比較でめめるように左折率 $P_1$ により有効線現示は減少される。

## 3. 左折車線の有無によるおく此時間の相違

左側車線上の車両 $M$ 台のうち左折車の数を $X$ とすると $X$ は確率 $P_1$ をもつ二項分布に従う。

$$P(x) = \binom{M}{x} P_1^x (1 - P_1)^{M-x} \quad (9)$$

左折車線がないときの総おく此 $D$ 、及び平均おく此 $D_{av}$ は夏の場合(5)より

$$D_0 = \sum D_k = 2.17M + \frac{2.11}{2} M(M+1)$$

$$D_{av0} = D / M = 2.22 + 1.06M \quad (10)$$

冬の場合も同様に(6)より

$$D_{av0} = 2.97 + 1.32M \quad (11)$$

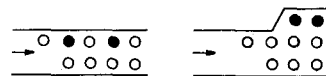


Fig.1 turns bay and no bay

次に左折車線があるときのわくわく時間の計算に関しては、左折車は全て左折車線に入ることとができるとすると、

$$\text{夏の場合} \begin{cases} \text{(直進車)} & D_{sav}(X) = \sum_{x=0}^M \{0.23 + 106(M-X)\} P(X) \\ \text{(左折車)} & D_{sav}(X) = \sum_{x=0}^M \{0.23 + 106X\} P(X) \end{cases} \quad (12)$$

$$\text{冬の場合} \begin{cases} \text{(直進車)} & D_{sav}(X) = \sum_{x=0}^M \{0.19 + 102(M-X)\} P(X) \\ \text{(左折車)} & D_{sav}(X) = \sum_{x=0}^M \{0.19 + 102X\} P(X) \end{cases} \quad (13)$$

以上のことを図示すると図2のとおりである。これによると左折車線設置により直進車より左折車により多くのわくわくの軽減が認められ、この特徴は夏より冬の方が顕著に現われることがわかる。

#### 4. 左折車線長の決定

これから全ての左折車は左折車線に入ることができると考えられ、このようにすることは図3のように左折車線が閉塞されると不可能となる。いま、(B.L.)を車両台数を示される左折車線長とすると左折車線が閉塞される左折車の流入が不可能となる場合は次式が成立するときである。

$$X \geq (B.L.) \quad \text{または} \quad (M-X) \geq (B.L.) \quad (14)$$

左折車線が閉塞される確率 $P_b$ を求めれば、(B.L.) =  $x^{(b)}$ の場合で、(9)及び(14)より計算すると図4のとおりである。仮に閉塞確率70%、

すなわち、左折車線のサービス率70%を考え、  
そのときの左側車線に存在する車両数 $M$ を求めると表1のようになる。

これより $P=0.1$ のとき $K$ は次式が誘導される。

$$M = 1.15(B.L.) + 0.71 \quad (15)$$

すなわち、左折車線のサービス率を70%以上とすると、

$$(B.L.) \geq \frac{M}{1.15} - 0.62 \quad (16)$$

と求まり、(B.L.)が決定される。

回帰式を(17)としてその定数 $a$ 、 $b$ を求めると表2となる。

$$(B.L.) \geq aM - b \quad (17)$$

これによると $K$ と左側車線に存在する左折車の割合 $P$ が0.5で左折車線のサービス率を70%以上とし、左側車線の渋滞待ち行列長を車両20台分として設計すると、 $a=0.56$ 、 $b=0.09$ 、 $M=20$ で

$$(B.L.) \geq 11^{(b)}$$

従って、この例では車両11台分、長さ66mの左折車線が必要である。

#### 5. わくわく $K$

本報告は、左折車線設置によるわくわくの軽減の割合を明らかにし、左折車線が閉塞される確率よりその長さを決定する方法を提案した。

今後は、右折車線について同様の研究を進める予定である。

#### 参考文献

- 「道路構造令の解説と運用」 日本道路協会
- 「交通工学のための推計学」 米谷栄二著 国民科学社

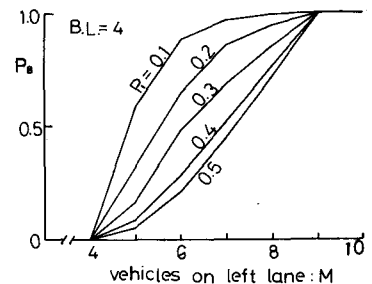
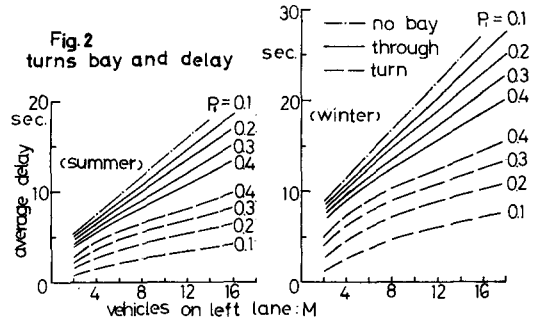


Table 1 M: vehicles on left lane ( $P_b = 0.7$ )

| B.L. | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1    | 1.84  | 2.06  | 2.27  | 2.36  | 2.41  |
| 2    | 2.93  | 3.53  | 3.90  | 4.15  | 4.21  |
| 3    | 4.16  | 4.88  | 5.55  | 5.90  | 6.06  |
| 4    | 5.38  | 6.23  | 7.11  | 7.70  | 7.90  |
| 5    | 6.52  | 7.54  | 8.72  | 9.55  | 9.79  |
| 6    | 7.67  | 8.83  | 10.27 | 11.35 | 11.70 |
| 7    | 8.80  | 10.15 | 11.80 | 13.16 | 13.58 |
| 8    | 9.89  | 11.42 | 13.30 | 14.92 | 15.49 |
| 9    | 11.00 | 12.73 | 14.80 | 16.80 | 17.38 |

Table 2 coefficient a, b

| サービス | P | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  |
|------|---|------|------|------|------|------|
| 30%  | a | 0.87 | 0.75 | 0.64 | 0.55 | 0.53 |
|      | b | 0.65 | 0.62 | 0.52 | 0.29 | 0.27 |
| 50%  | a | 0.90 | 0.80 | 0.68 | 0.60 | 0.56 |
|      | b | 0.41 | 0.39 | 0.28 | 0.13 | 0.09 |
| 70%  | a | 0.94 | 0.85 | 0.74 | 0.64 | 0.60 |
|      | b | 0.25 | 0.19 | 0.07 | 0.06 | 0.13 |