

IV-122 信号交差点の交通容量とサイクル長の関係に関する一考察

三菱総合研究所 正員 桜田陽一
 東京大学生産技術研究所 正員 越正毅
 東京大学生産技術研究所 正員 桑原雅夫

1. はじめに

現在の道路交通信号制御におけるサイクル長の設定方法は、直進交通の容量制約条件を満たす最小サイクル長（ $C_{min}=L/(1.0-\lambda)$ 、 L :損失時間、 λ :交差点飽和度）以上であれば、その値が長くなるほどより大きな交通容量を確保し得るという単純な信念に基いている。従って、現実の都市内の信号交差点では、90秒から130秒、まれに180秒といった極めて長いサイクル長が用いられる傾向がある。

本研究では、このような交通容量とサイクル長の関係についての従来の考え方に対して再検討を加えるという見地から、右左折直進交通の交通容量とサイクル長との定量的な関係について考察を加え、容量制約条件を満たすためのサイクル上限値なるものの定量化をおこなった。

2. 右左折直進交通の捌け挙動

本研究では、右左折直進交通の各々の捌け挙動について、以下に挙げる諸項目について検討した。

■右折挙動：

右折車の捌け挙動については、以下の三つを考慮した。

1) 対向直進交通流の間隙を利用する右折

この、いわゆるギャップアクセプタンスによる右折については、その捌け率を与える実験式をシミュレーション計算によって定量化をおこなった。その際、対向直進交通流中の車頭時間間隔の分布形には、アーラン分布（ $K=2$ ）、および正規分布の線形和を用いた。¹⁾ 右折車捌け率を与える実験式を下に示す。

$$S_{rt} = \frac{1.016 \cdot \exp(-5.0 \cdot q_{op}) + 0.042 \cdot \exp(-2.0 \cdot q_{op}) - 0.05}{1.0 - 0.84 \cdot \exp(-2.0 \cdot q_{op})}$$

$$\left(\begin{array}{l} S_{rt} : \text{右折車捌け率} [\text{台}/\text{時}] \\ Q_{op} : \text{対向直進交通量} [\text{台}/\text{時}] \\ q_{op} : \text{対向直進交通量} [\text{台}/\text{秒}] \end{array} \right)$$

2) 現示の替わり目を利用する右折

この、いわゆるインターグリーン内右折の捌け台数は、交差点規模、右折専用車線の形状などの交差点幾何構造に依存して決まる量であるが、通常の交差点では2台ないしは3台程度とされる。

3) 右折専用現示内での右折

■左折挙動：

左折挙動に関しては、以下の二様を考慮した。

1) 歩行者交通流中の間隙を利用する左折

このギャップアクセプタンスによる左折についても、捌け率を与える実験式をシミュレーションによって求めた。尚、歩行者交通流中のギャップの分布は負の指数分布に従うものとした。

この場合の左折車の捌け率を与える実験式を以下に示す。

$$S_{lt} = Q_p \cdot \frac{1.001 \cdot \exp(-4.5 \cdot q_p) + 0.020 \cdot \exp(-2.0 \cdot q_p) - 0.020}{1.0 - \exp(-2.0 \cdot q_p)} \quad \begin{array}{l} Q_p, q_p \\ : \text{歩行者交通量} \\ [\text{人}/\text{時}], [\text{人}/\text{秒}] \end{array}$$

2) 歩行者青終了後の左折

歩行者青終了後から直進右左折青の終了までの時間、およびインターグリーン内での左折を考える。

■直進車の捌け挙動

従来、直進車の飽和流率は直進青の間中、常に一定の値を取るものとの扱いがなされてきたが、現実には青の後半のある時刻以降では、その値は次第に下落するものである。本研究では、この現象を考慮した直進車飽和流率の実験式を作成した。以下にその式を示す。

$$s = s_0 \cdot \exp \left[-46.520 \cdot \left(\frac{\alpha}{S_f} \right)^{0.79} \cdot \left(\frac{g \cdot C}{t_0} \right)^{2.95} \right] \quad \left\{ \begin{array}{l} s_0 : \text{飽和流率基本値 [台/時]} \\ t_0 : \text{飽和流率低減開始時刻} \\ g \cdot C : \text{有効青 [秒]} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} S_f : \text{飽和流率} \\ \text{最小値} \\ \alpha : \text{低減率} \end{array} \right.$$

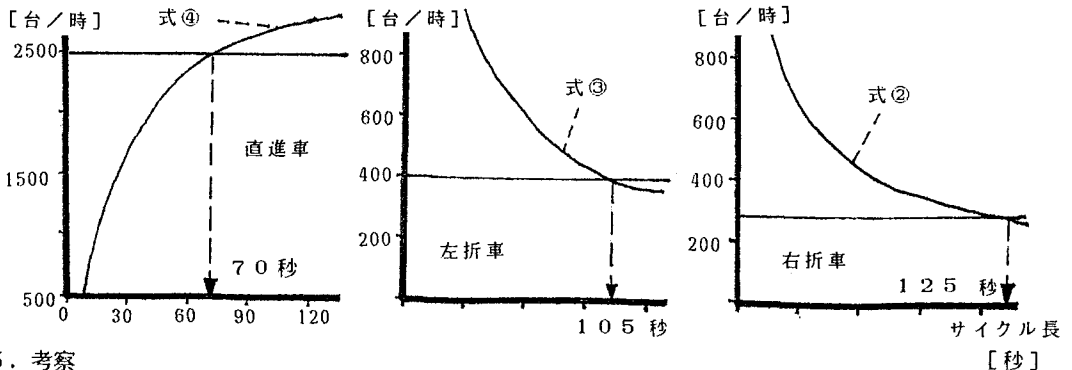
3. 右左折直進交通の交通容量を与える実験式

以上の議論を踏まえて、直進右左折交通の交通容量を与える実験式を以下のように定式化した。

- ・ 右折車交通容量： $Q_{rt} = s_{rt} \cdot \frac{g - \rho_{op}}{1.0 - \rho_{op}} \cdot 3600.0 + \left\{ K - \frac{s_{rt} g L}{1.0 - \rho_{op}} \right\} \cdot \frac{3600.0}{C} \dots\dots \text{式①}$
 $Q_{rt} = \left\{ s_{rt} \cdot \frac{g - \rho_{op}}{1.0 - \rho_{op}} + g_{rt} \cdot s_r \right\} \cdot 3600.0 + \left\{ K - \frac{s_{rt} g L}{1.0 - \rho_{op}} - s_r \cdot g_{rt} \cdot L \right\} \cdot \frac{3600.0}{C} \dots\dots \text{式②}$
- ・ 左折車交通容量： $Q_{lt} = \left\{ s_{lt}^2 \cdot \frac{g - \rho_p^2}{1.0 - \rho_p^2} - s_l \cdot \frac{\rho_p^1 \cdot (1.0 - g)}{1.0 - \rho_p^1} \right\} \cdot 3600.0$
 $+ \left\{ K + s_l \cdot \left\{ \frac{W_l}{v_p} - \frac{\rho_p^1 \cdot (T + gL)}{1.0 - \rho_p^1} \right\} - s_{lt}^2 \cdot \left\{ \frac{T + g \cdot L}{1.0 - \rho_p^2} + \frac{W_l}{v_p} \right\} \right\} \cdot \frac{3600.0}{C} \dots\dots \text{式③}$
- ・ 直進車交通容量： $Q_{dt} = \left\{ g \cdot (C - L) \cdot s \right\} \cdot \frac{3600.0}{C} \dots\dots \text{式④}$

4. サイクル下限値、および上限値

以上、定式化をおこなった交通容量の実験式を用いて、現実の信号交差点において容量制約条件を満たすサイクルの上下限値の定量化を試みた。対象交差点は、青山通りと外苑東通りが交差する青山一丁目交差点とし、午前9時から午前10時の間に観測された自動車交通量および歩行者交通量のデータを用いた。以下の3図は、4肢の流入路のうち直進右左折交通のそれぞれについてクリティカルな流入路についてしめたものである。これらより、青山一丁目交差点の上記時間帯において直進右左折全ての容量制約条件を満たすために必要なサイクル長の下限値は、70秒、上限値は105秒であると推定される。



5. 考察

本研究では、直進交通の飽和流率は時間の経過に従って下落していくものであること、および右左折交通の交通容量を明示的に扱うことによって、サイクル長には上限値なるものが存在することを定量的に示した。更に、最適サイクル長なるものは、交通容量に加えて遅れ時間との関係をも含めて考察する必要があり、これについては別の機会に発表をおこなう予定である。

6. 参考文献

- 1) Koshi, Honda, Mori, "Optimization of isolated traffic signals", IEE International Conference Road Traffic Signaling, 1982, pp5-8