

IV-15

信号交差点における左折車の行動特性について

室蘭工業大学大学院 学生員 及川 宏之
 日本工学院北海道専門学校 正 員 石井 憲一
 室蘭工業大学工学部 正 員 斎藤 和夫
 室蘭工業大学工学部 正 員 田村 亨

1. はじめに

信号交差点は、同一平面上で交差する道路の交通流に対し信号現示により交互に優先権を与え、直進あるいは右左折転向車の流れを安全かつ円滑に運用する場所である。

交差点の能力は、都市街路の交通運用を考慮する上で重要な要素であり、基本的には交通容量により計られるが、その際には流入する車の走行挙動が問題となる。従って、数多くの観測および解析が行われているが、直進車線の解析が主流を占め左折車線についての実測データからの解析例は少ない。

本研究は、流入部が飽和状態にある信号交差点の左折専用車線について、ビデオカメラによる観測結果に基づき、

- ①飽和交通流率の値
- ②交差点内通過速度
- ③信号現示変わり目の停止挙動

の解析から路面状態の変化の影響と直進専用車線との相違を比較分析する。

2. 観測方法と対象交差点の概要

観測対象交差点およびその形態を表-1に示す。

撮影は、通勤時間帯である午前7～9時の間に視野の良好な場所から1/30秒時間表示が可能な8ミリビデオカメラを設置して行った。また、交差点流入部および横断歩道の状況、信号現示が判読できるよう撮影範囲を決めた。

撮影の条件として、次のことを考慮した。

- ①十分な交通需要があること。
- ②大型貨物車の混入が少ないこと。
- ③直進車の混入による左折交通流に乱れがないこと。

④先づまりがないこと。

⑤駐停車車両の影響がないこと。

撮影したVTRの再生画面と記録シートから次の事を読み取る。

- ①信号現示変わり目の時刻
- ②車種および停止線通過時刻
- ③解析の際に不適当な交通現象

(交通流の途切れ、直進車の混入、先づまり、緊急車両の通過など)

停止線通過の基準は車の最後部が停止線を越えたときとし、車種は大型貨物車、小型貨物車、普通乗用車、軽乗用車の4種類に分類した。

読み取った結果はパソコンに入力し、BASICプログラムによって、次の値を求める。

- ①信号1サイクル中の各現示時間
- ②車両1台ごとの通過時の現示、車種、車頭時間

表-1. 観測対象交差点流入部の概要

交差点位置	室蘭市高砂町1丁目
形 態	制御方式 { 4 現示 (右折青矢) 青現示時間: 32 秒 黄現示時間: 3 秒 右折青矢 : 6 秒
	流入部 { 片側3車線 1. 左折 2. 直進 3. 右折・直進混用 分離帯無し 幅員 3.00m/車線
	流出部 { 片側2車線 横断歩道あり 分離帯無し 左折転向半径 8.5m 左 折 転 向 角 90°

A Study on the Characteristics of Left-turn Flows at Signalized Intersection

by Hiroyuki OIKAWA, Kennichi ISHII, Kazuo SAITO and Toru TAMURA

3. 解析方法

(1) 飽和交通流率

飽和交通流率は、観測から得られたデータのうち解析に不適当な車両の含まれないサイクルを用いて算出する。その手順をまとめると、次のようになる。

- ①通過順位別の車頭時間の平均値を求め通過順位における車頭時間の変動状態を調べる。
- ②平均車頭時間±標準偏差の範囲で車頭時間の安定する通過順位の区間を特定する。
- ③安定区間内における累加平均車頭時間と累加通過台数の関係から、得られる回帰式の傾き（台/秒）の3600倍が飽和交通流率（台/青1時間）となる。

(2) 信号現示変わり目における停止率

信号1サイクル毎の最終通過車両の黄現示開始時から停止線通過までの時間（現示によって交通流が途切れる時間）を集計し、(1)式によって信号現示変わり目における停止率を求める。ただし、集計単位時間は、運転者の制動反応時間を0.7秒と考えて、その1/2の0.35秒とする。

$$P_{stop} = \left(1 - \frac{I_{pass}}{T_{pass}} \right) \times 100 \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 P_{stop} ：停止率（%）

I_{pass} ：各経過時間間隔に通過車両の
あったサイクル数

T_{pass} ：解析対象の全サイクル数

4. 解析結果

(1) 車頭時間と飽和交通流率

青現示通過車およびクリアランス時間内通過車の車頭時間分布は図-1、図-2のようになった。

青現示通過車の平均車頭時間をみると夏期乾燥時は2.04秒、冬期凍結時は夏期乾燥時より20%ほど増加し2.46秒となった。また、冬期凍結時は夏期乾燥時に比べ分布のばらつきが大きく、路面状態変化による影響が見られる。

クリアランス時間内通過車の平均車頭時間は夏期乾燥時1.80秒、冬期凍結時2.34秒となった。青現示通過車と同様に路面状態変化による影響が見られる。

また、両路面状態ともにクリアランス時間内通過車の車頭時間が青現示通過車よりも短くなり、ばらつきが小さくなっている。

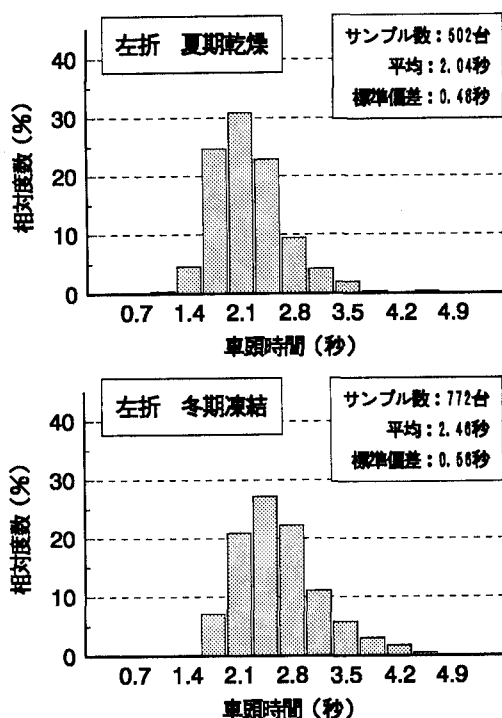


図-1. 青現示中通過車の車頭時間分布

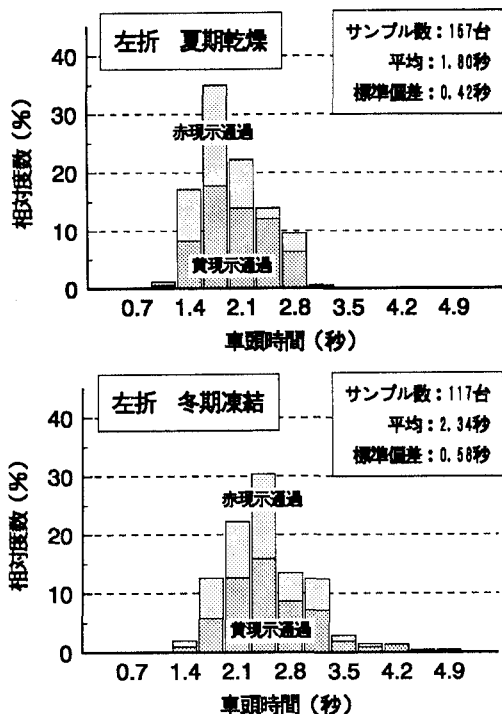


図-2. クリアランス時間内通過車の車頭時間分布

それぞれについて、平均値の差の検定を行ったところ有意水準5%で差のあることが確かめられた。

飽和交通流率の算定結果は、表-2に示す。夏期乾燥時1830台/青1時間と基本値である1800台/青1時間とほぼ同じ値が得られ、冬期凍結時は1510台/青1時間となり夏期乾燥時より18%ほど低下し路面状態変化による影響が見られる。これは、一般に冬期路面では10~20%低下すると述べられている過去の研究結果¹⁾²⁾と一致するものである。

(2) 交差点内通過速度

最終通過車両の交差点内速度の分布は図-3となり、この図から夏期乾燥時は平均6.51m/s(23.4km/h)冬期凍結時は平均5.08m/s(18.3km/h)となった。

これらの平均は有意水準5%の検定から差のあることが示され、路面状態の変化が速度に影響していることがわかる。

(3) 信号現示変わり目における停止率

信号現示変わり目における停止率は図-4および表-3のようになった。

①左折車線の夏期乾燥および冬期凍結状態のいずれにおいても黄現示時の停止率約10%、赤現示時の停止率37%となり、冬期凍結時の停止率が100%となる時間が若干延びるものの路面状態変化による差はほとんどなく、停止行動が赤現示までずれ込むことが分かる。

②直進車線についても停止率を求めたところ夏期乾燥時の黄現示26%、赤現示時83%、冬期凍結時の黄現示時13%、赤現示時63%となり、路面状態変化による差が見られ、左折車線に比べ停止率が高いことが分かる。これらから左折車は路面状態の変化にかかわらず停止率が低いことが分かる。

③停止率の累積確率がほぼ黄現示を起点とするS字型曲線で、赤現示に上限値100%となることから、

(2)式で示す単純ロジスティック曲線による停止率曲線の推定を試みた。⁴⁾⁵⁾

$$P_t = \frac{K}{1 + A e^{-Bt}} \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 P_t : 停止率の推定値 (%)

K : 上限値 (=100)

A, B : パラメータ

t : 経過時間 (秒)

表-2. 飽和交通流率の解析結果

車線	左折		直進	
路面状態	夏期乾燥	冬期凍結	夏期乾燥	冬期凍結
平均車頭時間 (秒)	2.04	2.46	1.68	2.12
飽和交通流率 (台/青1h)	1830	1510	2290	1770
サイクル数	54	90	54	76
車両台数	664	1043	636	986

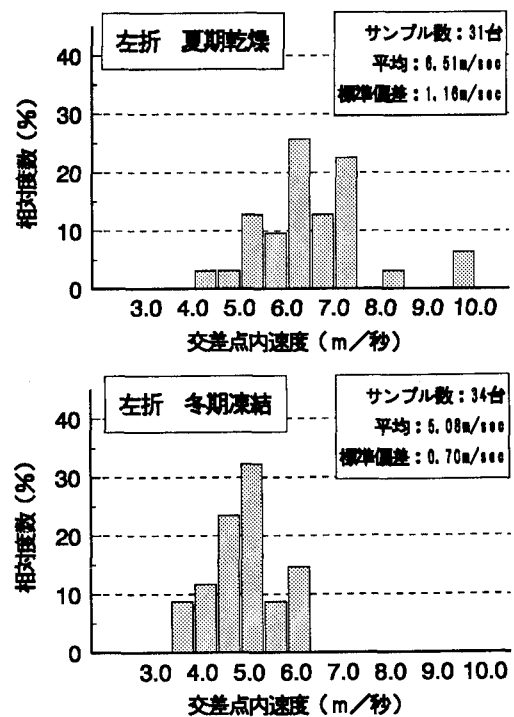


図-3. 最終通過車の交差点内速度

表-3. 停止率の算定結果

車線	左折		直進	
路面状態	夏期乾燥	冬期凍結	夏期乾燥	冬期凍結
黄現示開始時	10%	11%	26%	13%
赤現示開始時	37%	37%	83%	63%
100%停止時の時間 (秒)	6.30	7.05	4.90	6.30
サンプル数	84	123	79	95

パラメータA、Bは曲線の形状を表すものでありAが大きくなると、曲線が時間 t の増加方向に移動し立ち上がり始める時間が遅くなる。また、Bが大きくなるほど傾きが緩くなり、それだけ停止率の増加に時間がかかる。従って、Aは黄現示変わり目の運転者の制動意識について、またBはその後の運転者の判断のばらつきを説明するものと思われる。

更に、曲線上の50%セントイル値は曲線の変曲する時点を表しており、その値は運転者の停止行動の判断の基準として、停止行動のばらつきを表わすものと思われる。

夏期乾燥および冬期凍結路面状態における停止率曲線の推定式は次のようになった。

$$\text{夏期乾燥時 } P_t = \frac{100}{1 + 9.40 e^{-0.769t}}$$

$$\text{冬期凍結時 } P_t = \frac{100}{1 + 8.09 e^{-0.728t}}$$

パラメータA、B共に、夏期乾燥時の方が大きくその差はAが1.31($\ln 1.31 = 0.27$)、Bが0.41となっている。また、50%セントイル値は、夏期乾燥時で2.74秒、冬期凍結時で2.70秒となり、差がなかった。

5. まとめ

本研究では、信号交差点の飽和流入部の左折車線の交通現象について観測・解析を行なった結果、次のことが示された。

- (1) 飽和交通流率は、基本値を支持する1800台/青1時間と同じ値が示され、冬期凍結路面では夏期乾燥路面に比べ10~20%程度低下することが分かった。
- (2) 左折車線の黄現示時の停止率は、直進車線に比べかなり低く、また、路面状態変化による差のないことが示された。
- (3) 左折車線で観測された停止率50%セントイル値は赤現示時にずれ込み、左折行動のクリアランス時間利用の傾向が明らかになった。
- (4) 停止率を黄現示からの時間経過で累積し停止率曲線の推定を試みたところ、統計的に有意であることがわかった。また、パラメータA、Bの基本的な解釈も示されたので、パラメータに影響を及ぼす要因を分析することが必要であると思われる。

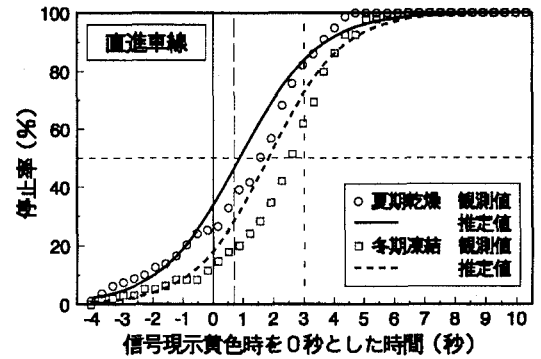
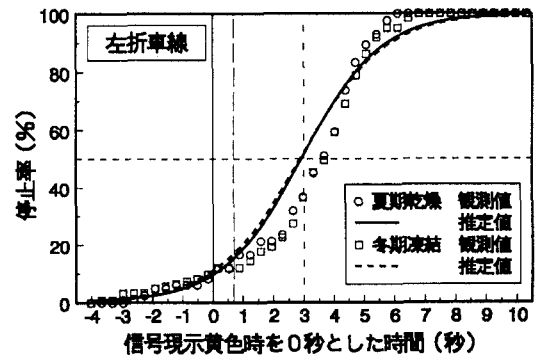


図-4. 停止率の観測値と推定曲線

最後に、観測とデータ解析に御尽力いただいた、室工大斎藤研究室平成3年度卒業生の高村朋紀君(現、飛鳥建設(株))に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 石井憲一・斉藤和夫：信号交差点の右折交通現象および交通容量解析に関する研究、土木計画学研究論文集No.10、1992.11
- 2) 石井憲一・斉藤和夫：信号交差点の右折交通現象解析、土木学会北海道支部論文報告集第48号1992
- 3) 及川宏之・高村朋紀：交差点における交通現象および飽和交通流率の解析、室工大卒業研究、1992
- 4) 大蔵泉・長谷川秀・依田育也：信号現示変わり目における車両の挙動特性、土木計画学研究論文集No.7、1989.12
- 5) 舘稔：人口分析の方法、古今書院、1969
- 6) 伊藤學、亀田弘行訳：土木・建築のための確率統計の基礎、丸善、1977