

IV-18 信号交差点の交通現象解析 (第ノ報)

室蘭工業大学 正員 齋藤和夫
室蘭工業大学 正員 石井憲一
苫小牧市 正員 ○ 松本 誠

1. はじめに

道路交通において交差点は重要な場所である。すなわち、個々の道路は交差点を介して面的広がりをもち道路ユーザの交通目的に応えるネットワークを形成するので、交差点の果たす役割は極めて本質的なものである¹⁾。同時に、交差点はその機能上つねに交通が錯綜している点において面的に交通流を制御し、交通の安全を確保する必要がある。この観点から従来、信号交差点の機能を効率的に運用するための設計指針が示されていたが、道路網の整備が進みモータリゼーションが拡がった近年新たな見直しがなされている。

ところで、これら見直しのための調査研究は大都市東京を中心とした信号交差点の交通現象解析であり、しかも夏期平常時が対象となっている^{2~4)}。しかしながら、北海道のように積雪寒冷期が1年の約半分あるような地域においてこれらの結果をそのまま基本値として用いることは、実際上問題があるように思われる。たとえば、明暗や天候の違いによる影響も見逃せないファクターであるとする指摘⁵⁾もあり、交差点の構造上の要件や交通の質の他に降雪・積雪・雪氷路面などは交通障害要因として、交差点の処理能力に大いに関与しているものと思われる。

そこで本研究は、夏と冬の信号交差点交通現象を比較検討することから、その能力を示す飽和交通流量の基本値や大型車の影響度などにこれら交通障害要因がどの程度影響しているのかを定量的には握ることを目的としているが、本報告は室蘭と登別の国道における大交差点での観測調査の第ノ報である。

2. 解析の方法

信号交差点の交通容量は交差点流入部の飽和交通流量を基礎として算定する。この飽和交通流量を求めるには一般に「道路構造令の解説と運用」に示されているような計算によって推定する。しかしながら、信号交差点の交通流は基本的には各交差点の特徴によって影響されると思われ、同一のものとして考えられない点から、飽和交通流量は基本的に各交差点ごとに別個に対応する必要がある。以上の点をふまえて、本研究では概ね以下の方法によって解析を行うこととした。

2-1. 飽和交通流量 (Saturation flow) の基本概念¹⁾

「信号が青を表示している時間の間中、車両の待ち行列が連続して存在しているほど需要が十分ある場合に、交差点流入部を通過しうる最大流量」と定義され、単位は(台/有効青/時間)である。ここで有効青時間とは実青時間から車の発進損失などの損失時間をさし引き、また黄色にくだんで使われる時間を加えたものである。図一ノに標準的な2現示制御の場合の概念を示す(詳しくは文献1を参照されたい)。

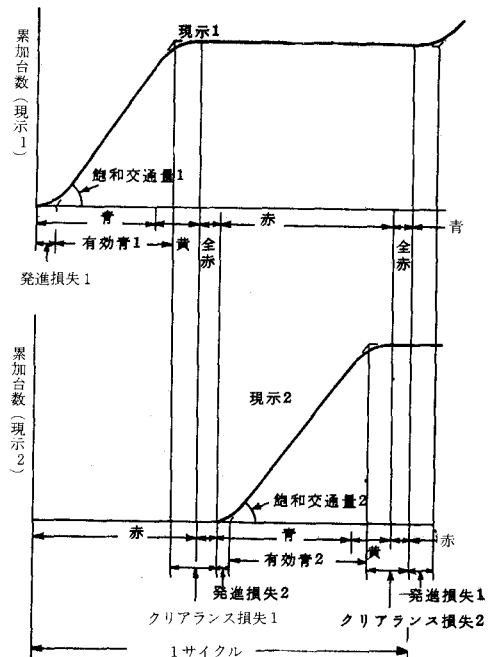
2-2. 飽和交通流量の基本値と発進遅れの算定³⁾

本研究では以下の手順に従って行く。

イ. 信号サイクル毎に得られるデータで飽和の状態と見なせる範囲を設定する。ここでは信号待ち台数以内は全て範囲とし、さらに待ち台数以後においても大型車あるいは右左折車の混入以外では車頭時間が4秒以上大きくならず連続しているところまでを範囲とする。

ロ. 信号サイクル毎に大型車の有無を調べ、大型車の混入のない信号サイクルのみをデータとする。

ハ. 発進順位別の車頭時間の平均値を求め、発進順位



図一ノ. 信号交差点における飽和交通流量と有効青ノ時間の概念。

による車頭時間の変動状況を図化（図-2）し、この平均値を発進順位について累加し累加車頭時間に対するさばけ台数の累加値との関係として図化（図-3）する。

ニ、車頭時間が安定し始める発進順位を判別しその順位の車両以後の車群の範囲において直線回帰を行くと、飽和交通流量はこの回帰式の勾配で与えられ、発進遅れは横軸との交点として求められる。

2-3. 飽和交通流量に影響する要因の影響度分析

表-1. 交通流量に関与する要因.

信号交差点の交通流量に影響を及ぼす要因は種々考えられるが、概ね表-1のようになろう。本報告では大型車の影響について定量的に分析し、左折車混入と大型車の影響についても検討する。大型車の影響度は乗用車を基準とし、大型車が乗用車何台分に相当するかを表わす大型車の乗用車換算係数（以下大型車当量と表す）で表現した。算定のための基本式は（1）式である⁴⁾。

道路要因	・イ) 交差点幾何構造 (勾配, 車線数 etc)
	ロ) 信号制御方式
交通要因	・イ) 大型車混入率 ロ) 左折車混入率
	ハ) 右折車混入率 ニ) 信号待ち台数
	ホ) 横断歩行者交通量 (速度)
	ヘ) 交差点内通過速度
環境要因	・イ) 路面状態 (乾燥, 湿潤, 凍結, 圧雪)
	ロ) 視界状態 (晴天, 曇天, 降雨, 降雪)
	ハ) その他 (明暗, 気温 etc)

$$Q_0 = \frac{(N - N_T) + E_T N_T}{t} \dots (1)$$

ここで、 Q_0 : 乗用車換算の飽和交通流量 (台/秒)
 t : 飽和時間 (秒) N : t の間におけるさばけ台数 (通過台数)
 N_T : N 台中における大型車の台数 E_T : 大型車当量.

また、大型車混入率と飽和交通流量の関係は（2）式となる。

$$Q_T = \frac{Q_0}{(1 - T) + E_T \cdot T} \dots (2)$$

ここで、 T : 大型車混入率
 Q_T : T のときの飽和交通流量.

3. 観測の方法

3-1. 対象交差点と観測条件

イ、国道36号登別市わし別 / 丁目交差点 本交差点は横断歩道橋によって歩車分離され、右折車のバースのある片側2車線の点である。本報告の解析の対象は室蘭方向の直進2車線であり、観測は概ね朝のラッシュアワーに行った。

表-2. 対象交差点の条件と観測条件.

イ. わし別 / 丁目		ロ. 東町 / 丁目	
1980年9~10月		年月	1979年8~9月 (夏) 1980年1~2月 (冬)
青 6 8 秒	信号 現示	青 5 4 秒	
黄 4 秒		黄 4 秒	
赤 3 3 秒		赤 5 / 秒	
スプリット 65%		スプリット 50%	

ロ、国道37号室蘭市東町 / 丁目交差点 本交差点は歩車平面交差の片側混用2車線の点である。解析は室蘭新道方向（国道36号）の2車線を対象としたが、観測は十分な交通量のある朝~夕にかけて行った。なお、冬期の信号スプリットは46%に変わっていた。表-2にこれらの条件をまとめて示す。

3-2. 観測の方法

イ、撮影装置 1. カメラとレンズ: Nikon F2, 28mm F3.5
 2. モータドライブ: Nikon MD-2, 250フィルム バック, バッテリー MN-1
 3. タイミング装置: インタバロメータ Nikon MF-1.
 ロ、観測は、インタバロメータによりカメラのシャッタ速度を2コマ/秒に調整し信号現示で青と黄を / サイクルとして連続的に撮影し、この時信号現示は地上に数名の人員を配置して手信号による合図で確認したが、その合図は撮影範囲内に納まるように配慮した。

また、観測上で考慮すべきいくつかの条件として次の4点に注意することを確認した³⁾。

- 1) 十分な交通需要があること。 2) 下流側で車両が滞留していないこと。
- 3) 観測時間帯は交通需要の多いピーク時を選定すること。
- 4) 飽和交通流量のデータとして使用できるサイクル数を十分な数だけ観測すること。

4. 観測の結果

4-1. 直進車線（国道36号登別市わし別交差点の場合）

1. 飽和交通流量と発進遅れ 直進専用2車線の観測から52サイクルのサンプルが得られ、大型車の混入のない13サイクルの飽和時間内通過台数は10~21台の範囲であった。図-2と図-3はこれらのサンプルから描いたが、図-

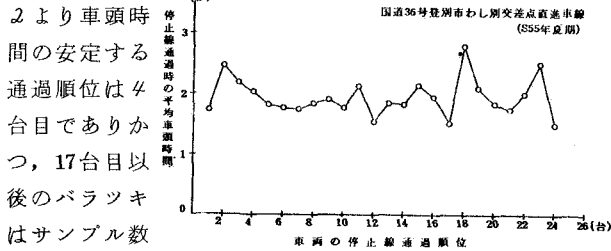


図-2. 停止線通過順位と車頭時間

の関係によることがわかる。

従って、図-3のように4~16台の範囲で直線回帰を行ったところ飽和交通流量が1950台/青/時間(0.54台/秒)、発進遅れが1.15秒という値を得た。平面交差点の設計基本値は2000台/青/時間であり、文献に依れば1800~2100台/青/時間の範囲が示されていることから、この交差点の夏期平常時の容量は平均的な値であることが示された。

2. 飽和交通流量と大型車当量、大型

車混入率の関係 得られた52サイクルの大型車混入率は0~33%の範囲であった。このデータを用いて基本式(1)から最小二乗法により計算した結果、大型車当量は2.14であった。次に、この大型車当量から(2)式によって大型車混入率のそれぞれにおける乗用車換算飽和交通流量(台/秒)を計算し、観測値との関係を示すと図-4になる。この図から、大型車当量2.14は有意な値であることが示された。図中における飽和交通流量は台/秒で、各サイクル毎に(3)式によって計算した²⁾。

$$\text{飽和交通流量 (S.F.R.)} = \frac{N}{T - t_d} \quad (3)$$

ここで、N: 飽和交通流量の部分での台数

T: 先頭車が停止線を通過後、N台が通過するまでの経過時間(秒)

t_d : 発進遅れ(秒)。

3. 飽和交通流量と待ち台数 待ち台

数の大小が飽和交通流量と何らかの関係があれば、解析は非常に難しくなるので検討を要する。図-5はこの両者の関係を示しているが、この図からバラツキは大きい待ち台数が増えても何んら傾向らしき形を示さないこ

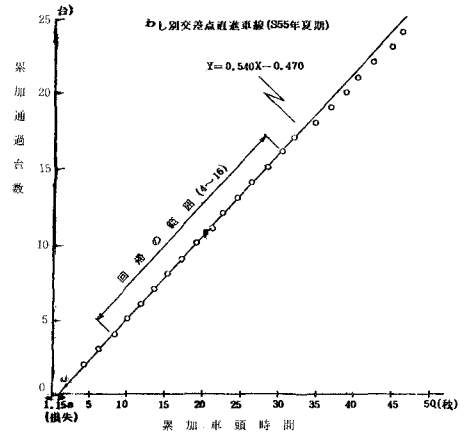


図-3. 累加車頭時間と累加さばけ台数

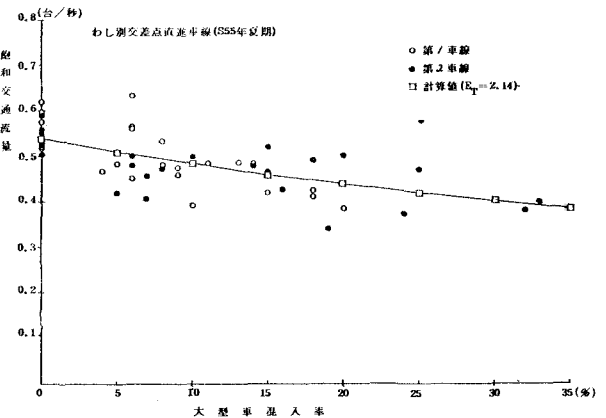


図-4. 飽和交通流量と大型車混入率の関係。

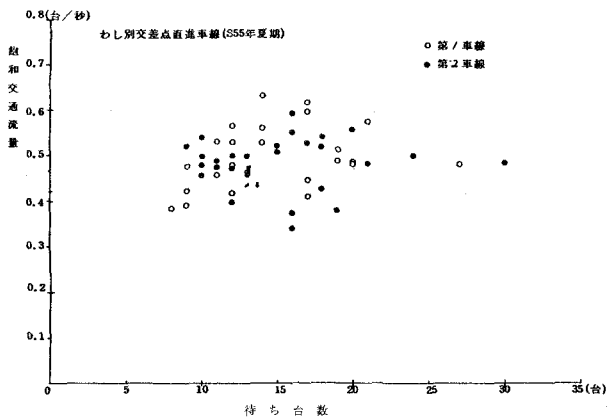


図-5. 飽和交通流量と待ち台数の関係。

とがわかった。従って本報告は、待ち台数が8~10台以上あればそれらから得られた飽和交通流量は一律に扱った。

4-2. 直進・左折混用車線（国道37号室蘭市東町交差点の場合）

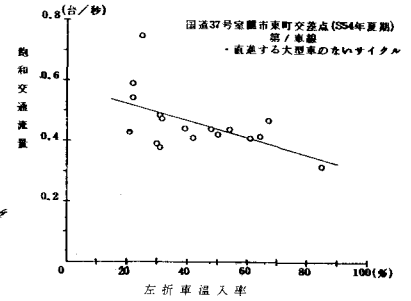
1. 飽和交通流量と発進遅れ 本交差点の観測データは夏期31サイクル、冬期21サイクルの合計52サイクルである。特徴は、左折車混入率が高いことで夏期の平均50%，冬期も平均37%に達していた。さらに、大型車混入のないサイクルがほとんどなかったことから、飽和交通流量は直進する大型車のない夏期216サイクル、冬期11サイクルについて（3）式を用いた平均値として算定した。その結果、飽和交通流量の平均値は夏期1670台／青／時間、冬期1360台／青／時間となりこの交差点の冬期の交通容量は夏期の約80%に減少していたことが示された。また、わし別交差点の直進車線と比較すると夏期で約15%減となった。これに関して左折車の影響度を図-6-(a), (b) に示す。この図から、左折車混入率が増加すると飽和交通流量が減少していることが示され、特に冬期における著しい減少傾向が明らかとなった。発進遅れは夏期2.22秒、冬期3.91秒で冬期の増加傾向が示された。

2. 飽和交通流量と大型車混入率 左折車混入率との関係から定量的に算定することは難しいが、本報告では「平面交差点の設計基本値に対する左折車混入率による補正率」を指標にして補正率1.0~0.9, 0.9~0.85, 0.85以下に対応する3つの混入率レベルに分けて検討した。図-7-(a), (b) に示すが、この混入率レベル間に異った傾向が見られた。すなわち、レベルIIは夏冬の違いは微か大型車混入率による差も少ないが、レベルIとIIIは混入率が増加すると飽和交通流量は明らかな減少傾向にあった。しかし、データ数が少ないことからより多くの観測から有意性を検討する必要があると思われる。

5. まとめ

解析の結果、直進専用車線（わし別交差点）の飽和交通流量の値として1950台／青／時間、発進遅れ1.15秒と大型車当量2.14が得られた。直進・左折混用車線（東町交差点）の夏期の飽和交通流量の平均値は1670台／青／時間であり、直進車線の値の15%減となっていた。すなわち、混用車線における左折車の影響の大きいことがわかる。また、冬期においては混用車線の飽和交通流量が夏期の約80%となっていて、冬期に特有な交通障害要因の影響が示されたものと考えられる。以上、本報告における結果をまとめたが今後、直進車線の冬期観測を含め表-1に掲げた要因の影響度の解析を進める予定である。

おわりに、本研究における野外観測の手をわずらわした室蘭工業大学土木工学科交通研究室の54, 55 年卒論学生に感謝します。



(a) 夏期~上~ (b) 冬期~下~

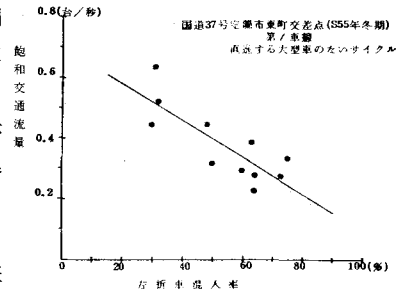
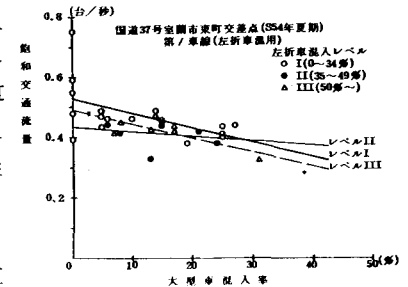


図-6. 飽和交通流量と左折車混入率



(a) 夏期~上~ (b) 冬期~下~

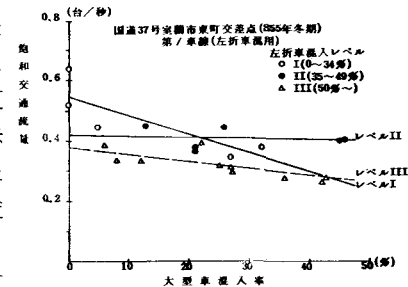


図-7. 飽和交通流量と大型車混入率。

- (参考文献) 1. 交通工学研究会編, 「最新 平面交差の計画と設計」 1977年.
 2. 吉岡昭雄・岩城勝正, “平面交差の飽和交通流量” 建設省土木研究所技術資料12-3.
 3. 鹿田成則・井上広成, “信号交差点における飽和交通流量の観測方法について” 交通工学 vol.12 No.2 1977. [1979.]
 4. 交通量研究委員会, “信号交差点および織り込み区間の交通容量の研究” 交通工学 vol.14 No.4
 5. David Brauston, “SOME FACTORS AFFECTING THE CAPACITY OF SIGNALISED INTERSECTIONS” Traffic Engineering & Control August/September 1979.