

IV-17

交差点の交通容量に関する要因分析

北海道大学工学部 学生員 白川部 秀基

正 員 藤 原 隆

正 員 中 辻 隆

正 員 加 来 照俊

1. はじめに

自動車が市民生活や産業経済の重要な役割を果たすようになって久しいが、道路が都市活動の基盤を担っている以上、交通流を円滑かつ安全に捌く必要がある。なかでも信号交差点は特に交通に支障をきたしやすい地点であり、交差点の交通容量を把握することが、交通処理を行う処方策の基礎資料として有効である。

信号交差点の交通容量は飽和交通流率を基礎として算出され、直進車に対し2,000 (台/青1時間)という値が、我が国では基本値として採用されている。この基本値決定は夏期乾燥路面状態の場合であるので、北海道などの積雪寒冷地の冬期においては、タイヤと路面との間の摩擦係数が低下し、自動車の駆動性能の低下による発進遅れや、制動性能の低下から車頭距離を十分確保することで車頭時間が長くなり、飽和交通流率が低下することが考えられる。したがって積雪寒冷地では基本飽和交通流率をそのまま使用することに疑問が生じる。

ところで、積雪寒冷地においても交通容量確保は重要であるが、いまだ冬期の交通容量に関する定量的分析は十分に進んでいないのが現状である。

本論では、これらの視点から札幌市内のいくつかの信号交差点を選定し、夏期および冬期における交通容量調査を実施し、そのデータ解析結果から飽和交通流率について、それに影響を与える冬期の種々の要因についてその影響程度を検討する。信号交差点の交通容量という場合には、飽和交通流率に加えて信号の制御方式について考えなければならないが、今回は、ある流入部の飽和交通流率のみについて考え、信号の制御方式については触れないこととし、冬期の交通容量の低下現象に関する定量的分析を行うものである。

表-1 影響要因一覧

道路要因	a. 車線幅員 b. 側方余裕幅 c. 路面状態 d. 勾配、等
交通要因	a. 大型車混入率 b. 右折車混入率 c. 左折車混入率 d. 横断歩行者 e. 交通制御、等

2. 観測方法

2-1 影響要因の検討

信号交差点の交通流に影響を及ぼす要因は種々考えられるが概ね表-1のようになる。

ここで、今回の観測対象交差点においては、横断歩行者交通量はどの地点でも非常に少なかった。また車線幅員についても、どの地点も除雪がきちんとされており、季節変化による交通流量には影響を及ぼしていないと考えられる。さらに平坦で側方余裕幅も十分ある場所を選んだので、これらの影響も考えられない。

An Analysis of Factors Affecting Capacity of at-grade Intersection

by Hideki SHIRAKAWABE, Takashi FUJIWARA, Takashi NAKATSUJI and Terutoshi KAKU

以上の点より、本論では信号交差点の交通流に影響を及ぼすと考えられる要因を、①大型車混入率 ②左折車混入率 ③右折車混入率 ④路面状態（滑り抵抗値）とする。

表－2 観測対象流入部

2－2 観測対象交差点

信号交差点の飽和交通流量の基本値は対象流入部の直進車線一車線当たりの流量であるが、本論では、この基本値を算定しさらに大型車や右左折車の影響、路面状態変化に対して比較検討することにあるので、流入部で十分な幅員がありかつ平坦であること、交通需要が十分あることを条件に次の表－2であげる4つの信号交差点の流入部を観測対象地として選択した。

手稲宮の沢の小樽→札幌及び西野→発寒において大型車混入率が高く、前者の大型車混入率は夏冬を通じて他地点に比べて多い。西野屯田通は左折車が多く、同流入部の1車線は左折専用のに利用されている。また右折車混入率では手稲宮の沢の小樽→札幌の流入部で多くなっている。

交差点の位置	本文略称	観測流入部
国道12号線 清田通 交差点	白石本通	江 別 → 札 幌 流通団地→ 南郷通
道道宮の沢北1条線 西野屯田通 交差点	手稲宮の沢	札 幌 → 小 樽 西 野 → 発 寒 小 樽 → 札 幌
国道230号線 環状通 交差点	南19条	定山溪 → 札 幌 伏 見 → 平 岸 平 岸 → 伏 見
北5条通 石山通 交差点	北5条	新 川 → 定山溪 円 山 → 札 幌

2－3 観測の方法

信号交差点の付近の高所（ビル）からVTRを用いて流入部を撮影し、後ほど観測交差点流入部を通過する車両（乗用車、大型車の2分類）の車頭時間間隔をVTRテープから読みとることで飽和交通流率を算出する。さらに冬期においては、路面状態を視覚で定性的に判断すると同時に、すべり試験車によるすべり抵抗の測定を行う。すべり抵抗値はスキッドナンバー（S. N.）で表示される。

3. 解析の方法

飽和交通流率は、交差点の流入部で十分な交通需要がある中で、青信号表示中はほぼ一定の比率で流れている状態の最大交通量として定義され、単位は（台／青1時間／車線）である。

飽和交通流率の算定にはいくつかの方法があるが、今回は車頭時間間隔をもとに、青一時間当たりの飽和交通流率を算定する方法をとった。

本論では、飽和の状態と見なせる範囲を車頭時間間隔が5秒未満である交通流と設定した。さらに以下にあげる式により飽和交通流率を算出した。

$S_r = 3,600 / h_r$

ただし

$$j$$

$$h_r = \sum_i h_{ri} / (j - i + 1)$$

S_r : 路面状態別飽和交通流率（台／青1時間／車線）

h_r : 路面状態別飽和平均車頭時間（秒）

h_{ri} : 平均車頭時間（秒）

i, j : 平均車頭時間間隔がほぼ一定となる範囲
流入 i 番目～ j 番目

4. 解析結果

4-1 飽和交通流率

車頭時間がほぼ一定と考えられる値（本論では、ほぼ流入4番目～18番目）を用いて飽和交通流率を算出する。まずここでは、飽和交通流率とその影響要因一つ一つについて分析する。

(1) 路面状態

平均車頭時間（直進乗用車のみ）から飽和交通流率を算出した結果を表-3に示す。北5条における路面状態の該当観測値が少ないため、これを除くデータで路面状態別の平均飽和交通流率を算出した。さらに、夏期の乾燥路面を基準（=100.0）とし、他の路面状態と比較してみると路面に雪のある状態での飽和交通流率は路面に雪のない状態と比較し約80～90％に低下することがわかる。とくに、凍結路面での低下が著しく、地点によっては70～75％の低下となっている。

一方、スキッドナンバーと飽和交通流率との関係を図-1に示す。これより、スキッドナンバーが小さく滑りやすいところでは飽和交通流率が低く、スキッドナンバーが大きくなるにつれて飽和交通流率が増加するという正の相関関係があることが認められる。S. N. = 20～30の減少に対し飽和交通流率は25％程度減少していることがわかる。

回帰式を求めると $Y=1219.75+5.2987X$ となる。（Y:飽和交通流率（台／1時間）、X:スキッドナンバー）

表-3 路面状態別平均飽和交通流率

		（単位：台／青1時間）					
観測箇所、流入部		凍 結	圧 雪	白 黒	湿 潤	乾 燥 （冬期）	乾 燥 （夏期）
白石本通	江 別 → 札 幌	※	1.651	※	1.659	1.800	1.875
	流通団地 → 南郷通	1.385	1.607	1.667	※	※	※
手稲宮の沢	札 幌 → 小 樽	1.324	※	—	1.674	1.800	※
	西 野 → 発 寒	1.446	※	—	1.682	1.731	1.827
	小 樽 → 札 幌	1.446	※	—	1.782	※	1.827
南 19 条	定山溪 → 札 幌	1.481	1.525	1.607	1.644	—	1.731
	伏 見 → 平 岸	1.463	1.698	※	※	—	1.865
	平 岸 → 伏 見	1.519	1.644	※	1.895	—	1.978
北 5 条	新 川 → 大 通	—	—	—	1.488	—	1.739
	円 山 → 札 幌	—	—	—	—	—	1.800
平 均		1.434	1.622	1.636	1.714	1.773	1.846
比 率		77.7	87.9	88.6	92.8	96.0	100.0

注）※印はサンプル数が少ないため算出不能
—印は該当路面状態における観測値なし
平均値は北5条を除く

(2) 大型車混入率

大型車の混入しているサイクル（直進車のみ）を抽出して飽和交通流率と大型車混入率さらに路面状態との関係を分析した。各路面状態別における飽和状態のサンプルが少ないことなどから全ての観測地での分析は不可能であった。有効サンプルが得られた地点は、手稲宮の沢（札幌→小樽流入部）で図-2に示す。混入率の増加とともに飽和交通流率が低下していくのがわかり、負の相関がみられる。

回帰式は $Y=1752.42-12.0135X$ となった。（Y:飽和交通流率（台／1時間）、X:大型車混入率（％））

(3) 右左折車混入率

大型車混入率と同じく右左折車の混入しているサイクル（乗用車のみ）を抽出してその関係を分析した。しかし、有効なサンプルが少なくデータのばらつきが大きい、はっきりとした傾向がみられなかった。

4-2 影響要因解析

大型車、右（左）折車共に混入しているサイクルを抽出し、大型車混入率、右（左）折車混入率、さらにスキッドナンバーを説明変数として重回帰分析を行い、重回帰式を求める。ここでもまた、十分なサンプル数が得られないため全地点での解析は無理であるが、次の4つの流入部で求めてみた。その結果を表-4に示す。加えて、解析に使用したサンプル数（サイクル数）もあげておく。

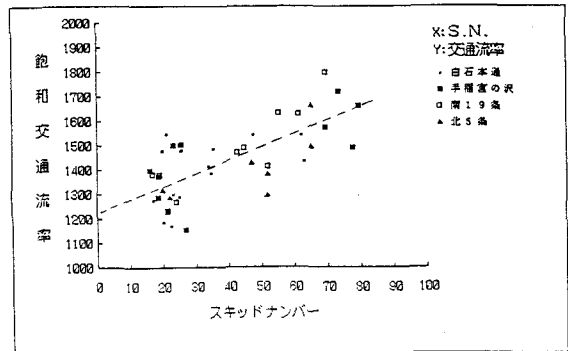


図-1 スキッドナンバー-飽和交通流率

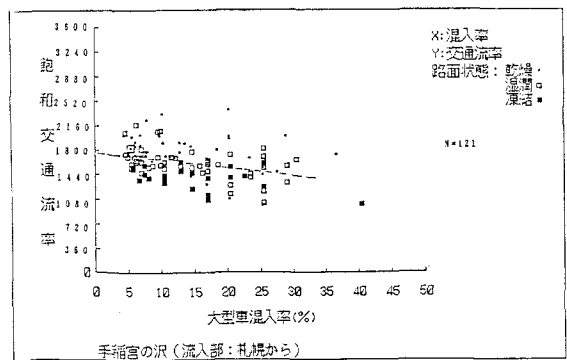


図-2 大型車混入率-飽和交通流率

Y:飽和交通流率（台／1時間）

X1:大型車混入率（％）

X2:右左折車混入率（％）

X3:スキッドナンバー

表-4 解析流入部と回帰式

地点 No.	解析流入部及び車線	重回帰式	サンプル数
①	白石本通 (江別→札幌 左車線)	$Y = 1658.99 - 13.23X_1 - 0.48X_2 + 1.59X_3$	113
②	白石本通 (江別→札幌 右車線)	$Y = 1461.34 - 5.98X_1 + 0.87X_2 + 3.14X_3$	32
③	手稲宮の沢 (札幌→小樽 左車線)	$Y = 1463.59 - 6.96X_1 - 6.74X_2 + 3.43X_3$	65
④	南19条 (定山溪→札幌 右車線)	$Y = 1461.17 - 13.84X_1 + 4.67X_2 + 3.87X_3$	21

5. 考察

分散分析の結果、分散比は地点別にそれぞれ① $F_0=6.746>F^3_{1,99}(0.05)=2.70$ ② $F_0=5.70>F^3_{2,8}(0.05)=2.95$ ③ $F_0=6.580>F^3_{6,1}(0.05)=2.76$ であるから、回帰は危険率5%を許すことができるなら有意で X_1, X_2, X_3 は全体として Y の予測に役立たないとはいえない。しかし、④ $F_0=1.94<F^3_{1,7}(0.05)=3.27$ となり有意でないことになる。この理由として1つにはサンプル数の多少にも影響されると思われ、分析比が相当大きくなければ実際に用いるには有効ではない。

また、重相関係数は ① $R=0.396$ ② $R=0.573$ ③ $R=0.494$ ④ $R=0.505$ となる。これより測定値の全変動に対して予測値の変動の占める割合は約50%前後であるといえ、求めた重回帰式は大型車混入率、右左折車混入率、スキッドナンバーにより飽和交通流率を予測することについては積極的に有効であるとはいえないようである。

次に、説明変数として用いた各要因の飽和交通流率への影響度を偏相関係数によって比較してみると表-5のようになる。

表-5 偏相関係数

地点 No.	①	②	③	④
X_1	-0.342	-0.378	-0.229	-0.258
X_2	-0.019	-0.036	-0.172	-0.112
X_3	0.209	0.491	0.404	0.448

これより、全体的に値は低いものの、 X_3 （スキッドナンバー）が飽和交通流率に大きく寄与しており、次に X_1 （大型車混入率）、 X_2 （右左折車混入率）と続いている。このことから、自動車の走行性に大きく関与する路面状態が最も影響力を持っていることが確認された。右左折車があまり影響していない理由として、横断歩行者が少なく、左折交通の妨げになっていないことと、交差点の右折導流路が広く追従する直進車が右折車にあまり影響を受けないことが考えられる。

6. あとがき

本研究では、飽和の範囲を過去の研究を参考に5秒としたが、この値の妥当性を検証しなければならないし、飽和中の自動車台数の違いによるデータとしての重みも考慮しなければならないであろう。また、刻々と変わるサイクルに対し、路面状態をどのように評価するのが最適であるのか、他の影響要因の検討の必要性もある。さらに、調査・研究成果を積み重ねて解析し、今後の道路整備に向けての基礎資料としたい。

【参考文献】

- 1) 藤田, 交通工学研究会 ; 「交通現象と交通容量」, 1987
- 2) 石井, 斉藤 ; 冬期積雪時における信号交差点の交通容量解析に関する研究「土木学会土木計画学研究論文集」, 1984
- 3) 交通工学研究会編 ; 「平面交差の計画と設計」, 1984
- 4) 交通工学研究会編 ; 「交通工学ハンドブック」, 技報堂, 1983
- 5) 河口 ; 「多変量解析入門」, 森北出版, 1973
- 6) 田中, 垂水, 脇本 ; 「パソコン統計解析ハンドブックⅡ -多変量解析編-」, 共立出版, 1984