

降雪地域における冬季の車両挙動を考慮した 信号制御パラメータに関する研究

北川 春樹¹・佐野 可寸志²・西内 裕晶³

¹学生非会員 長岡技術科学大学大学院 環境システム工学専攻 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:s113316@stn.nagaokaut.ac.jp

²正会員 長岡技術科学大学大学院 環境建設系 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:sano@vos.nagaokaut.ac.jp

³正会員 長岡技術科学大学大学院 環境建設系 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail: nishiuchi@vos.nagaokaut.ac.jp

新潟県のような積雪寒冷期が長い地域において、積雪は道路交通流に与える影響は極めて大きい。しかし、信号の機能を効率的に運用するための設計指針には積雪による影響が含まれておらず、その指標をそのまま基本値として用いることは問題がある。そこで本研究では、夏季と冬季の信号交差点交通現象の比較検討を行い、積雪による交通障害要因がどの程度影響しているか定量的に把握する。また、冬季は積雪の影響により、発進損失が増大する。この損失が1サイクルに占める割合を減らすためにサイクル長を通常より長く設定することで有効青時間を延ばし、どのように飽和交通流率が変化するか現状のサイクル長と比較を行う。また、伸ばしたサイクル長の各現示への最適な振り分けについても分析を行う。

Key Words : *Snowfall region, Signal control, Cycle length, Starting loss, Simulation*

1. はじめに

道路交通において、信号の果たす役割は重要である。交差点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、安全で円滑な交通を確保する必要性が求められるためである。この観点から、信号の機能を効率的に運用するための設計指針が道路交通のカギであると言える。この設計指針には、夏季平常時の交通量や道路条件、交通条件などが指標とされている。しかし、新潟県のような積雪寒冷期が長い地域において、積雪による影響が含まれていない指標をそのまま基本値として用いることは問題がある。日照時間や天候による視界不良の他に、積雪・雪氷路面が交通障害要因として、交差点の処理能力に大きく関与しているためである。また、冬季は夏季より平均速度が低下するだけでなく、1サイクルにおける発進損失が占める割合が増加することで、有効青時間が減少し飽和交通流率が低下する。これより、冬季は渋滞しやすい環境になっている。

そこで本研究では、夏季と冬季の信号交差点交通現象の比較検討を行い、積雪による交通障害要因がどの程度影響しているか定量的に把握する。その後、渋滞しやす

い冬季の朝ラッシュを緩和させるために、適切な信号サイクルについて道路交通シミュレーションソフト「パラミクス」を用いて分析する。ここでは1サイクルに占める発進損失の割合を減らすために、サイクル長を長く設定することで、どのように飽和交通流率が変化するか現状のサイクル長と比較を行う。また、伸ばしたサイクル長の各現示への最適な振り分けについても分析を行う。

2. 冬季の交通状況

(1) 降雪による路面状況の変化

冬季の運転は雪道の特性を理解し、適切に対処する必要がある。表-1は路面とタイヤとの摩擦係数を表したものである。乾いた路面だと摩擦係数は0.6程度あるが、こな雪・つぶ雪で0.25～0.35程度、非常に滑りやすい圧雪になると0.20以下まで低下するため、制動距離が大幅に延びる。よって、ドライバーは追突を避けるために、常時早めの減速を心がけている。そのため、信号停止時の車間距離が夏季と比べ、広くなる傾向にあり、それに伴い車頭時間も増加する。これに加え、走行時はスリッ

ブも避けるために、速度が大幅に低下するため、飽和交通率も低下する。

表-1 各路面状況下における摩擦係数¹⁾

路面分類	すべり摩擦係数
非常に滑りやすい圧雪	～0.20
圧雪	0.20～0.30
こな雪、つぶ雪	0.25～0.35
湿潤	0.45～
乾燥	0.6～

(2) 冬季の損失時間

下記図-1のように信号現示切り換わり時には、交通流の交錯を避けるために、黄時間と全赤時間が設定されており、必ず損失時間が発生する。クリアランス損失においては、上記で記したように路面状況の変化で摩擦係数が低下してしまう。よって、冬季はドライバーが信号切り換わりを察すると、早めの減速を心がけ、スリップによる追突を避けるために、車間距離が夏季と比べ大きくなる。また、冬季は発進時のスリップも避けるためにいつも以上にふんわりアクセルで発進する傾向にある。この2つの要因が重なることで、大きな発進損失となる。

図-2は長岡市の幹線道路で信号が赤から青に切り替わった際の車の捌け具合を比較した。夏季と冬季で、縦列した車が停止線を基準に通過した時間を車頭時間として表したものである。全体として後方車になれば、停止線まで加速できる距離があるため車頭時間が短くなっていくのは当然だが、冬季の方が格段に捌けるのが遅い。夏季と冬季を比較すると1～2台目では車頭時間の差が0.6秒ほどだが、4～5台目では1秒近く開いていくのがわかる。このように、冬季は平均速度が遅いだけではなく、早めの減速や車間距離の拡大、ふんわりアクセルなどの要因により、有効青時間が減少するため、渋滞しやすくなるといえる。

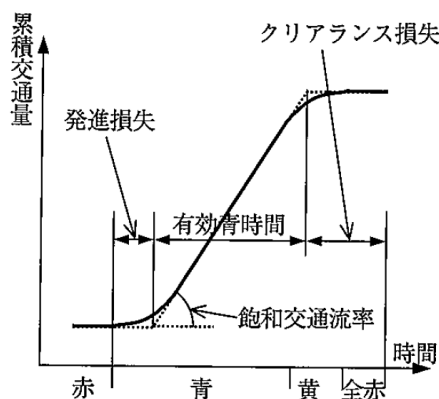


図-1 一度の現示における損失²⁾

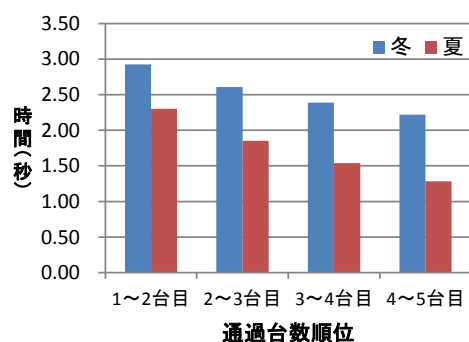


図-2 車頭時間の比較

3. 右折車の発進挙動

冬季は損失時間の拡大により、全ての進行方向において飽和交通量が減少するが、その中でも影響を受けやすいのが、右折車である。仮に歩行者の影響がないとして考えると、直進・左折は青信号で対面の自動車に関係なく自由走行することができるが、右折は対面に直進車がいると、交差点の中央で停止し、捌けるまで待つ必要がある。また、ハンドルとブレーキの同時操作はスリップの大きな原因となる。そのため、カーブの途中でブレーキを踏まなくてすむように、交差点内もゆっくり走行している。その他にも、朝夕のラッシュ時に混みあう交差点では右折専用信号現示以外で、交差点を右折するのが難しい。

(1) 調査概要

夏季と冬季の右折挙動を比較した。データは長岡国道事務所が所有する、道路に設置されたCCDカメラの映像を用いた。通常青現示において、右折車が発進した時の対向車2の速度 V_2 と車間距離 L を測定し、右折の可否を判断する。また、対向車1・2の車間距離が開きすぎると、対向車の影響を受けず右折が可能のため、対向車の車頭時間を6秒以内のものに限定して調査を行った。

調査条件は表-2に示す。調査地点は長岡市の愛宕交差点を用いた。路面状態として、夏季は表-1に示した乾燥状態で、冬季はこな雪・つぶ雪の状態である。

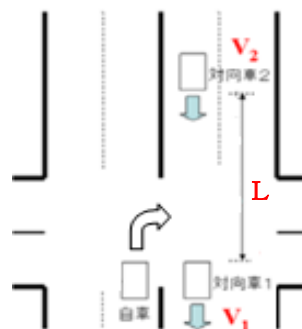


図-3 調査概要図

表-2 調査詳細表

	夏季	冬季
日にち	2014.7.22	2014.3.7
時間	午前7～10時	午前7～10時
天候	晴れ	雪
路面状態	乾燥路面	積雪2～3cm
気温	25～30℃	-1～0℃
サンプル数	75	75

(2) 調査結果

調査結果を図-4に示す。冬季は対向車の速度が40kmから40m, 50kmなら60mが限界とドライバーが判断しているように見える。しかし、夏季は基本路面状態が良く、スリップする心配がないため、対向車の速度が速くても右折している。よって、冬季は右折可能範囲が狭まっていると言える。また右折矢信号でも、発進損失などにより右折可能台数が減る傾向にある。これより、冬季の交通量が多い朝ラッシュ時は右折のサイクル長を長くした方が良いと考える。

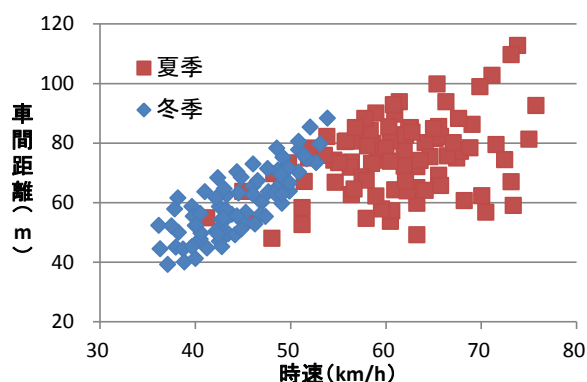


図-4 右折車の判断基準

4. 交通シミュレーションを用いた分析

(1) 概要

既存のシミュレーションソフトを用いて最適な冬季専用の信号サイクルについて検討する。対象地域は長岡市の愛宕交差点を中心に行った。この地点は国道8号線が通り、長岡市でも特に混みあうボトルネックの交差点となっているためである。

また、冬季は速度の低下やふんわりアクセル、車間距離の拡大などの要因により、1サイクルにおける発進損失が占める割合が多くなる。これより、冬季の交通量が多い朝ラッシュ時に限りサイクル長を長くし、発進損失が占める割合を小さくすることで、飽和交通流率を上げることができると考え、冬季通常時の状況と比較を行う。また、伸ばしたサイクル長の振り分けとしては、発進損失の影響が大きい右折矢現示と主流側青現示を中心に行っていき、最適な振り分け値についても分析する。

(2) 分析条件

実際の冬季の交通量や速度、加速度、減速度を設定し、シミュレーションを行う。図-5に示すように、ゾーンは愛宕交差点を中心に4つ設けた。交差点はゾーン1側から、川崎西交差点、堀金交差点、川崎5丁目交差点、愛宕交差点、新町1丁目交差点の計5ヶ所設け、愛宕交差点同様に、サイクル長を変化させる。

そこから各ゾーン間を移動するのに要する平均時間をサイクル長を変化させて比較を行う。



図-5 シミュレーション図

表-3 シミュレーション結果

	ゾーン1			ゾーン2			ゾーン3			ゾーン4			計
	1→2	1→3	1→4	2→1	2→3	2→4	3→1	3→2	3→4	4→1	4→2	4→3	
①冬季10秒増	05:16	06:42	05:41	03:02	05:57	01:33	05:44	06:00	04:01	04:07	03:01	07:01	58:05
②冬季5秒増	06:05	07:32	06:31	02:50	05:57	01:10	05:43	05:34	04:05	03:50	02:32	06:13	58:02
③冬季通常	06:52	08:15	07:12	02:47	05:50	01:04	06:18	06:20	04:30	03:46	02:44	06:25	1:02:03
④冬季10秒減	07:51	09:10	07:52	02:38	05:51	01:03	06:18	07:04	04:17	03:43	02:06	05:18	1:03:11

(3) 結果

シミュレーション結果を表-3に示す。この表は③冬季通常時のゾーン1→ゾーン2の移動には6分52秒を要したと見る。まずは、冬季の現状のサイクル③で基準となる時間を出したところ、ゾーン移動の合計で1時間2分3秒となった。よって、この時間より短くなるようにサイクル長や各現示の振り分けを行い、シミュレーションを行った。現示の振り分けは右折車の交通量が多い交差点の場合は右折と主流（国道8号線側）通常青をメインに振り分け、右折車が少ない交差点では主流通常青のみに振り分けを行った。この結果、②冬季5秒増しでは合計58分2秒と③冬季通常時と比べ、4分近くも削減することができた。ゾーンごとに見ていくと、有効青時間が伸びた、ゾーン1・3の主流側の所要時間が減少したのは当然だが、有効青時間が短くなった副流側のゾーン2・4に平均7秒の増大と大きな影響を与えることなく合計所要時間を減少することができた。次にサイクル長を10秒延ばした①でシミュレーションを行った。ゾーン1に関しては③冬季通常時に比べ、全て1分以上所要時間を減少することができている。しかし、ゾーン2・4の副流側では大きく所要時間の増大が確認でき、これでは副流側でも渋滞が発生する可能性もある。また、所要時間の合計で比較しても、①冬季10秒増しと②冬季5秒増しでは、わずかではあるが、②冬季5秒増しの方が減少している。主流側と副流側の所要時間増減のバランスで見ても、②冬季5秒増しでは副流側にはほぼ影響を与えず、主流側の所要時間が減少でいてる。よって、冬季の朝ラッシュ時のよ

うな交通量が多い時間帯では、サイクル長を5秒程度延ばすことで、現状より所要時間を減少させることができる可能性を見いだせた。

5. おわりに

本研究では、冬季の交通量が多い時間帯に関しては、サイクル長を延ばすことで、合計所要時間を減少できる可能性を示唆できた。しかし、この結果は長岡市のこの地点の各種データを用いたため、その他の地点ではそのまま活用することができないと考える。よって、今後は積雪量や交通量などのデータを打ち込めば、適切なサイクル長を導き出せるモデルの作成を目標に研究を行っていく。

参考文献

- 1) 寒地道路研究グループ 参照 2014.8.1
<http://www2.ceri.go.jp/jpn/news/koutsu/panf/masatusokutei>.
- 2) 一般社団法人 交通工学研究会：改訂 交通信号の手引き
- 3) 佐原孝紀：信号サイクル長短縮へ向けた系統効果の基礎的検討

(2014. ? 受付)

Study on signal control parameters that takes into account the vehicle behavior of winter snowfall in region

Haruki KITAGAWA, Kazushi SANO and Hiroaki NISHIUCHI

Snow cold period such as Niigata Prefecture in the long region, impact on road traffic flow is very large snow cover. However, the effect of snow are not included in the design guidelines for efficient operation of the function signal, is problematic be used as the base value as the index. In this study, we performed a comparative study of signalized intersection traffic phenomenon of summer and winter, to understand quantitatively how traffic obstacle by snow if they were much affected. In addition, due to the effect of the snow, starting loss increases in winter. Extends the effective green time by setting longer than normal cycle length in order to reduce the rate of this loss is accounted for 1 cycle, and are compared with the cycle length of the current state how saturation flow rate would change. Also, I do also analyzed for optimal allocation to each current show of cycle length was extended.