室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

信号交差点のクリアランス制御とドライバーの交通行動特性について

メタデータ	言語: jpn
	出版者: 土木学会
	公開日: 2013-03-07
	キーワード (Ja): 交差点, 信号制御, クリアランス
	キーワード (En):
	作成者: 及川, 宏之, 石井, 憲一, 斎藤, 和夫, 田村, 亨
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1825

【土木計画学研究・講演集 No.16(1) 1993年12月】

信号交差点のクリアランス制御とドライバーの交通行動特性について*

A Relation Between The Clearance-Control and The Characteristics of Driver behavior at Signalized Intersection

及川宏之** 石井憲一*** 斉藤和夫**** 田村 亨*****
by Hiroyuki OIKAWA, Kennichi ISHII, Kazuo SAITO and Tohru TAMURA

Drivers are usually confronted with a decision of whether to go or to stop st the onset of signal change to yellow on an approach to a signalized intersection. the driver's decision and behavior at this situations are significantly affected by many factors such as the characteristics of driver and vehicle, and surface conditions at the intersections

In this study some sttempts were made to clarify the driver's behavior during the signal change intervals by use of video-tape observations at the saturated and steady flow conditions. Analyses were made on the stopping behavior and the affects of surface conditions. A model for estimating the stopping probability was proprosed and the psychological aspects of driver were discussed.

1．はじめに

信号交差点におけるクリアランスインターバルは、本来、交互交通の安全を確保するために、信号現示変わり目に交差点内に残存する車両および停止線で安全に停止できない車両の排除が目的で設定されている。しかし、赤信号になってから進入する車両も多く存在する。

信号が青から黄現示へと変わった時点に直面したドライバーは、短時間で停止あるいは通過の判断をしなければならない。その判断の基準は、ドライバーの属性や車両の特性および交差点環境など様々の要因により異なると思われる。

本論では、流入部が飽和状態にある交差点の信号現示変わり目のドライバーの交通行動をビデオカメラによる観測から解析し、そこから、ドライバーの交通行動の心理学的な影響について考察する。

2．基本的な考え方

クリアランスインターバルの車両挙動については多くの調査・研究がなされており、距離と速度にかかわるジレンマゾーンの研究[1]、停止確率推定モデルの開発[2]や、交差点接近時の必要減速度と停止率の関係[3]等がある。クリアランスインターバルは、交差点内に残存してしまう車両の安全な排除が目的であることからその時間長が問題となると考えられるが、時間長が交通流に与える影響として交通流の中断による交差点交通容量の減少とドライバーの停

---

* キーワード：交差点 信号制御 クリアランス
** 学生会員 室蘭工業大学大学院
*** 正会員 博士(工学) 日本工学院北海道専門学校 土木工学科 (〒059 登別市札内町184-3)
**** 正会員 博士(工学) 室蘭工業大学工学部教授 建設システム工学科 (〒050 室蘭市水元町27-1)
***** 正会員 博士(工学) 室蘭工業大学工学部助教授 建設システム工学科

止行動の相違による交差点走行車両の交通安全に対する危険度の増加が挙げられる。

流入部の信号現示が青から黄・赤に変化した時点に直面したドライバーは、停止あるいは通過の判断を行うが、その判断には、表１に示すような様々な要因が複雑に絡み合って存在していると考えられる。

大蔵らは、黄現示時の停止線までの距離、停止線までの走行所要時間、停止する場合の必要減速度の３つを挙げている[2]。Horstらは、接近速度と距離の関係から計算されるポテンシャルタイムを停止率の影響要因として解析を行っている[4]。

表１．ドライバーの行動に対する影響要因

交差点環境	・規模　・停止線間距離 ・縦断勾配　・信号制御 ・天候　・明暗 ・路面状態　・見通し　etc
車両の特性	・車種と制動能力 ・タイヤ性能 ・信号現示変わり目の車両の位置、速度および停止線通過までの所要時間 etc
ドライバーの属性	・性別　・年齢　・性格 ・運転経験年数 ・運転動作能力 ・同乗者の有無 ・交差点の使用頻度　etc

本研究では、十分な交通需要がある信号交差点の飽和流入部を解析の対象とし、そのクリアランス制御について考察することを目的としている。

この交差点の飽和流入部における交通流は、十分な交通需要があり、赤現示中に十分な待ち行列を形成し、青現示開始とともにが流れ始め、後方からのランダム到着車両が待ち行列の後方に加わって流れていく交通流で、先詰まりがなく自由走行が可能である。従って、このような状態にあっては、停止線への車両の到着は一様到着と考えられ、途切れることなくクリアランスインターバルまで続くことから定常状態と見なせる。

３．観測方法

流入部が定常状態であるサイクルを観測できるよう考慮して、次の点に留意する。

①十分な交通需要があり、かつ赤現示中には十分な待ち行列を形成すること。

②先詰まりがなく、自由走行が可能であること。

③大型車の混入および横断歩行者が少ないこと。

④流入車線が直進・右折・左折と専用車線になっていること。

観測対象交差点の概要は表２に示す。また、観測の時間帯は朝の通勤時間帯とし、交差点の対象流入部をビデオカメラによって撮影する。

データは撮影したＶＴＲを再生し、各信号サイクルの現示変わり目の時刻、停止線通過車両の車種と時刻を読み取ったもので、停止線通過の基準は車両の最後部が停止線を越えたときとする[5]。

表２．観測対象交差点流入部の概要

位置	室蘭市高砂町１丁目
形態	４現示（右折青矢）制御 青32秒 黄３秒 青矢６秒 第１車線 左折専用車線 第２車線 直進専用車線 第３車線 右折専用車線 幅員 3.00m/ 分離帯なし 横断歩道あり

４．解析方法

解析対象は、観測して読み取ったデータのうち流入部が定常状態にあるサイクルの最終通過車両である。その車両の黄現示開始から停止線通過までの所要時間を解析の対象とし、各現示の停止率は(1)式により算出する[5][6]。

$$P = \left(1 - \frac{I_{pass}}{N}\right) \times 100 \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで、Ｐ　：停止率（％）

I_{pass}：各経過時間間隔内で停止線を通過した台数（＝サイクル数）

Ｎ：通過した全台数（＝全サイクル数）

また、(2)式で示す単純ロジスティック曲線により停止率曲線の推定を試みる[5][6][7]。

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

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）

5．解析結果

解析結果は、図１，２、表３のようになった。

直進車線では、夏期乾燥路面の黄現示時26％、赤現示時83％、冬期凍結路面の黄現示時13％、赤現示時63％となり、路面状態変化の影響が示された。

左折車線では夏期乾燥および冬期凍結路面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、冬期凍結路面の停止率が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かった。そして、停止行動が赤現示以降までずれ込むことが示された。

以上のことから、車線種別を問わず黄現示時における停止率がかなり小さく、赤現示時以降も通過する車があることが明らかになった。左折車線では直進車線よりも路面状態を問わず停止率が低く、クリアランスインターバル利用の傾向が大きいことが示された。また、直進車線で示された路面状態変化の影響が左折車線では示されない特徴があった。

次に、停止率の累積確率がほぼ黄現示を起点とするＳ字型に分布し、赤現示時に上限値100％となることから、式⑵の単純ロジスティック曲線による停止率曲線の推定を、それぞれのカテゴリーについて試みたところ、下に示す式のようになった。また、図１，２の実線が推定曲線であるが、χ^2検定を行ったところ有意水準５％で統計的に有意であった。

直進車線

夏期乾燥 $$P_t = \frac{100}{1+1.97e^{-0.778t}} \quad (3\text{-}1)$$

冬期凍結 $$P_t = \frac{100}{1+4.57e^{-0.835t}} \quad (3\text{-}2)$$

左折車線

夏期乾燥 $$P_t = \frac{100}{1+9.40e^{-0.789t}} \quad (4\text{-}1)$$

冬期凍結 $$P_t = \frac{100}{1+8.09e^{-0.728t}} \quad (4\text{-}2)$$

パラメータＡ，Ｂについて分析するとパラメータＡは、直進車線の値が左折車線と比較して小さく、路面状態によって変化しているが、左折車線では路面状態の変化にかかわらず変化は小さい。また、パラメータＢは0.7～0.8程度の安定した値を示していた。これらの事からパラメータＡ，Ｂを説明することにより、車線種別あるいは路面状態の影響に対して、交差点の信号制御に関する定量的な指針を示すことが可能と考えられる。

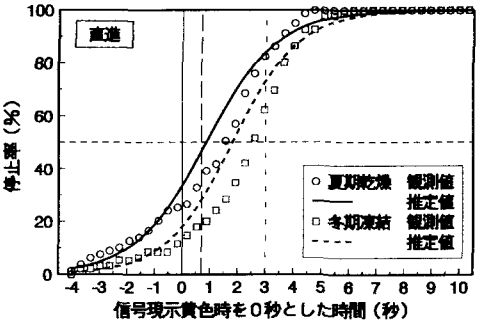

図１．直進専用車線のｸﾘｱﾗﾝｽｲﾝﾀｰﾊﾞﾙの停止率

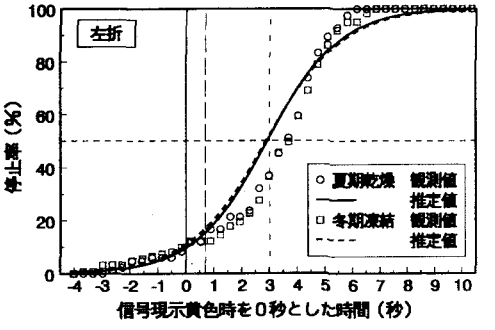

図２．左折専用車線のｸﾘｱﾗﾝｽｲﾝﾀｰﾊﾞﾙの停止率

表３．停止率の解析結果

車　線	直進専用		左折専用	
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	２６％	１３％	１０％	１１％
赤現示開始時	８３％	６３％	３７％	３７％
100%停止時の時間（秒）	４．９０	６．３０	６．３０	７．０５
サンプル数	７９	９５	８４	１２３

6．考察

⑴推定式のパラメータＡ，Ｂについて

式⑵のパラメータＡ，Ｂは曲線の形状を変化させ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。大蔵らは、これらのパラメータの性質からＡが大きいほど停止しにくく、Ｂが大きいほどドライバーの判断がばらつく交差点であると述べている[2]。つまり、Ａは黄現示が開始した時点でのドライバーの制動意識について、またＢはその後のドライバーの判断のばらつきを説明するものと

考えられる。更に、曲線上の50ﾊﾟｰｾﾝﾀｲﾙ値は曲線の変曲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。

このように、パラメータA，Bにはドライバーの判断が影響している事がわかったが、本研究の解析結果では、車線種別と路面状態がパラメータに影響していることが示された。すなわち、表1に分類した交差点環境である車線種別や路面状態といった外的要因がドライバーの判断に影響を及ぼしていることが明らかになった。

従って、ドライバーの判断に影響を及ぼす要因を挙げ、その要因によって引き起こされるドライバーの行動を分析することによってパラメータの説明が可能となり、それから、一般の交差点の信号現示変わり目の停止率を把握することが可能となると考えられる。

⑵ドライバーの交通行動特性について

これまで述べてきたように、信号現示変わり目における交通行動には、交差点の環境などによって影響を受けるドライバーの知覚と判断力あるいは操作といった基本的機能が、影響を及ぼす要因の一つと考えられる。それらは、強制的に統一できるものではなく、ドライバー個人の能力に依存されているものである。飽和流のような定常的な交通環境では、特にドライバーの心理的要因を把握し、行動の裏付けを行うことが信号制御における重要な要素となるように思われる。

ドライバーの行動を左右すると思われる、認知し判断する動作にはドライバーの注意力が、大きな影響をもっていると考えられるが、「注意」は心理学上、「明瞭な意識性であり、それを作り出す働きであり、明瞭性を作り出すための心の準備状態であり、ある事柄への感受性の高さである。」と定義されている[8]。この注意を運転時とりわけ交差点通過の際にはあらゆる面に配分しなくてはならない。この注意配分、すなわち情報を摂取しようとする行動が車両運転時のドライバーの行動を左右するものである。

その行動は、外部環境（時間的空間的に連続した物理的環境の中から、運転に必要となる視覚的な情報を抽出する行動のことである。

信号現示変わり目にさしかかったドライバーは、その情報摂取行動を行い、瞬時にその情報に対処する必要があるが、時間的空間的状況が問題となる。

すなわち、歩行者や対向車との関係が車線種別によって異なり、また、路面状態が異なることは、制動行動の判断に差異を生じさせるものであろう。

7．まとめ

本論では、ある程度、信号現示変わり目における停止率について理解することが出来た。

ドライバーの心理に影響を及ぼす時間的空間的要因を把握することが、適切な信号制御を行うことの指針となると思われる。従って、ドライバーの行動に関してのアンケート調査や、よりドライバーの属性に踏み込んだ調査から、停止率曲線の推定モデルのパラメータの説明要因を分析することができ、表1に分類した影響要因によって信号交差点の黄現示時の停止行動に対する説明力のある解析ができるものと思われる。

参考文献

1）斉藤威：安全性の向上をねらいとした信号制御～ジレンマ回避制御方式～、月刊交通1990年12月号 pp109-116

2）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、土木計画学会研究論文集No.7　pp.275-282　1989.12

3）山田稔：信号現示の変わり目における車両の走行特性について、交通科学Vol.19　No.1,2合併号 pp.76-77　1990

4）Horst.R. and Wilmink.A.：Drivers' decision-making at signalized intersections: an optimisation of yellow timing.,Traffic Engineering & Control.,pp.615-622. Dec.1986

5）石井憲一、及川宏之、斉藤和夫：信号現示変わり目における交差点の車両走行特性について、交通工学研究発表会論文集Vol.12　pp.29-32　1992.11

6）石井憲一、斉藤和夫：信号交差点の右折交通容量解析に関する研究、土木計画学会研究論文集No.10 pp79-86　1992.11

7）舘　稔：人口分析の方法、古今書院　1969

8）長山泰久、矢守一彦：空間移動の心理学 福村出版