

右折専用現示の有無による信号切り替わり時の自動車接触確率の比較分析*

Traffic Safety Evaluation in Signal Change Intervals Considering the Effect of Right Turn Phase*

肥田肇**・川居卓也***・小川圭一****

By Hajime HIDA**, Takuya KAWAI***, Keiichi OGAWA****

1. はじめに

信号機が設置されている交差点では信号機の指示により交通流が制御され、交通事故の発生を防ぐようになっている。しかしそれにもかかわらず信号機がある交差点内で事故が発生している。これは信号切り替わり時において信号指示に適切にしがわらないドライバーが存在するためである。

先行研究¹⁾では標準的な2現示の交差点における信号切り替わり時の自動車走行挙動の観測結果を基に、理論的接触事故発生確率を求め、交差点の潜在的危険性の高さを示した。また交差点の潜在的危険性が高い原因が主に右折車の無理な交差点進入の為であることが分かった。

そこで本研究では、右折車の挙動に注目して、右折専用現示の有無によって交差点の危険性がどのように異なるかを示すことを目的とする。

2. 対象交差点の分析

(1) ビデオ撮影による調査

信号指示と自動車挙動の関係を知るため、右折専用現示が備わっていない交差点と右折専用現示が備わっている交差点の2か所において、ビデオ撮影を行い、交差点の交通量と交差点を通過する車両の挙動の調査を実施した。以下に2か所の交差点の調査概要を述べる。

a) 右折専用現示が備わっていない交差点

対象交差点に選定したのは京都市南部の都市部に存在し、東西に伸びる十条通（正式名称は京都環状線）と南北に伸びる烏丸通が交わる十条烏丸交差点である。調査実施日は2004年12月1日（水）であり、8:30~10:30、13:00~15:00、16:00~18:00の3セット、合計6時間の撮影を行った。

*キーワード：交通制御 交通安全

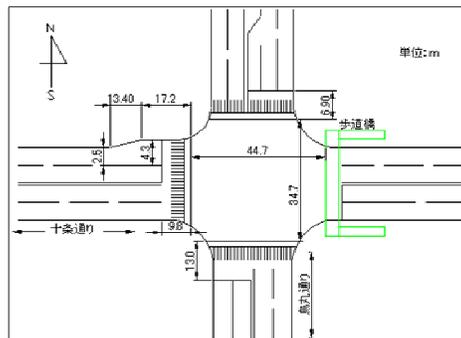
**正会員、修（工学）阪神高速道路株式会社 大阪建設部

***学生員、立命館大学大学院理工学研究科 創造理工学専攻

****正会員、博（工学）、立命館大学理工学部 都市システム工学科

（滋賀県草津市野路東1-1-1、

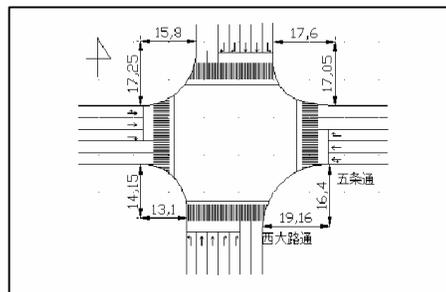
TEL077-561-5033、FAX077-561-2667）



図一1 十条烏丸交差点の形状

b) 右折専用現示が備わっている交差点

対象交差点に選定したのは京都市西部の国道9号線（五条通）と西大路通が交差する西大路五条交差点である。調査実施日は2005年11月17日（木）であり、9:00~10:30、13:00~14:30、15:30~17:00の3セット、合計4時間半の撮影を行った。



図一2 西大路五条交差点の形状

(2) 調査結果

各交差点の調査より得られた交通量と、信号切り替わり時の「フライング」、「無理な進入」の発生状況を以下に示す。なお本研究では「フライング」は信号が赤から青に変化する以前に発進し、停止線を越える挙動、「無理な進入」は、信号が青から黄、赤に変化する際に交差点に進入し、交差側の信号が青に変化した後も交差点内に残留する挙動と定義した。

a) 交通量

各交差点の交通量を表1に示す。なお十条烏丸交差点の交通量は後で述べる接触確率を求めるにあたって、西方向からの交通量のみを使用した。今回の調査では西大路五条交差点の交通量が十条烏丸交差点の交通量よりも2.35倍多かった。

表一 各交差点の交通量

| 進入方向 | 十条烏丸(6時間) | 西大路五条(4時間半) |
|------------|-----------|-------------|
| 西 | 3567 | 6390 |
| 東 | | 6353 |
| 北 | | 6381 |
| 南 | | 6021 |
| 合計 | 3567 | 25145 |
| 1時間・1方向あたり | 595 | 1397 |

b) 「フライング」

十条烏丸交差点において、西方向から「フライング」挙動を行った車両は1サイクルあたり平均0.28台であった。

西大路五条交差点において、「フライング」挙動を行った車両は1方向、1サイクルあたり平均0.41台であった。なお青現示では左折・直進・右折の3方向に走行できるため、青現示から右折専用現示に変化する前に右折しようと走行する右折車の挙動は「フライング」としなかった。

c) 「無理な進入」

十条烏丸交差点において西方向から「無理な進入」を行った車両は1サイクルあたり平均0.80台であった。

西大路五条交差点において、「無理な進入」を行った車両は1方向、1サイクルあたり平均5.1台となった。現示の切り替わり種類別に分けると、青現示から右折専用現示に変化する際に3.2台、右折専用現示から他路線の青現示に変化する際に1.9台となり、右折車よりも直進・左折車の方が「無理な進入」を起こしやすい結果となった。

西大路五条交差点で「無理な進入」の台数が増加した原因としては、第一に通過交通量の差が挙げられる。通過交通量が多いということはその分信号切り替わり時に通過する車両が増えるため、「無理な進入」が増加したと考えられる。第二に交差点の大きさの違いが挙げられる。いずれの交差点も黄時間、全赤時間共に3秒で同じであるが、十条烏丸交差点より西大路五条交差点のほうが停止線から交差点離脱までの距離がおおよそ20m長いいため、交差点の通過に時間が掛かってしまい、「無理な進入」が増加したと考えられる。

3. 交差点での自動車接触確率の算出

(1) フライングと無理な進入による危険性の定量化

「フライング」と「無理な進入」は交差点内の危険を招く恐れのある挙動であり、その危険性を定量化することで、より明確にこれらの危険性を認識する必要がある。

実交差点では、複数の進入方向の交通流が存在するわけであるから、「フライング」や「無理な進入」の危険性を定量化するに当たっても、複数の進入方向の車両を考

慮して交差点全体の危険性を定量化する必要がある。

そのため本研究では、交差点に進入する車両の挙動により起こりうる危険を接触事故として、接触する確率がどれ程あるかで危険性を定量化することとした。

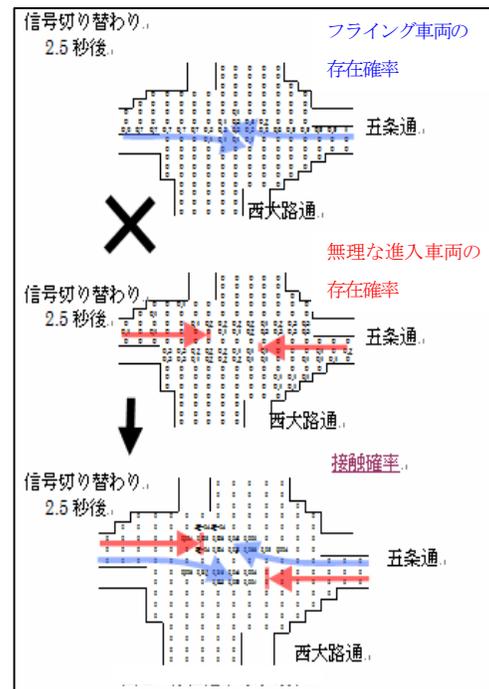
実際の交差点では他のドライバーによる「フライング」や「無理な進入」の発生により、ドライバーが前方の状況を危険と判断した時、回避行動が行われる。しかしその回避行動が行われなかったとすれば、交差点内の危険性は大幅に上昇する。

そこで、信号切り替わり時のフライングや無理な進入の実態を基に、それらの行動が交差点のどの進入方向でも回避行動無しで行われたらどのような状態になるかを推定し、交差点全体にはどれ程の危険性が存在するのかを定量化した。

(2) 自動車接触確率の算出方法

対象交差点を、車線幅員を基準にしたマス目で分け(十条烏丸で123マス、西大路五条で170マス)、その領域に車両が存在する確率をビデオ画像より調べた。

各サイクルにおいて、赤信号になる前-5.0秒から+5.0秒の間と青信号になる前-5.0秒から+5.0秒の間を対象時間帯とし、ビデオ画像をもとに、0.5秒間隔で各サイクルの車両データを集めた。そして求められた各時刻の各方向からの進入車両の存在確率を対応する領域ごとに掛け合わせることで接触確率を算定した。(図3)



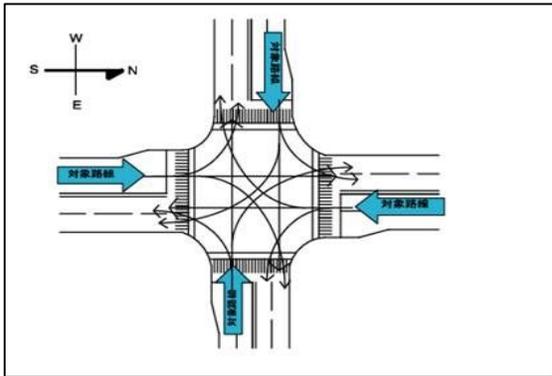
図一 3 自動車接触確率の求め方

(3) 各交差点の自動車接触確率

3(2)で述べた方法より算出した、各交差点における時刻別の接触確率を以下に示す。

a) 十条烏丸交差点 (右折専用現示なし)

十条烏丸交差点全体の自動車挙動を想定するため、今回のビデオ撮影調査で最も明確に撮影することが可能であった、十条通・西→東路線のデータを用いた。実際には存在しないが、交差点内で交わる4路線のすべてが十条通・西→東路線であると想定した仮想交差点 (図4) を設定し、十条通・西→東路線の自動車挙動が全路線で起こっていると仮定することにより、ビデオ撮影では得られなかった交差点全体の自動車挙動を推定した。



図一4 十条烏丸交差点を基に作成した仮想交差点

十条烏丸交差点の1サイクルの平均長は133秒であり、これは1日のサイクル数が648に相当する。この時、接触事故が1日に1度発生する場合に相当する接触確率は0.001543となる。十条通・西→東路線の自動車挙動から求めた仮想交差点内における接触確率を示す。接触確率は対象時間内0.5秒ごとに計21通り推計される。ここでは接触確率が最も高くなった時刻(無理な進入車両方向の信号が赤に切り替わって6.5秒後、フライング車両方向の信号が青に切り替わって3.5秒後)の接触確率を示す。



図一5 仮想交差点における自動車接触確率

今回の分析では対象時間とした信号切り替わり時の、すべての時刻において交差点のどこかで接触事故が発生する確率があるという結果が得られた、高い所ではその値が0.001以上を示した。十条烏丸交差点の一時間あたりの平均サイクル数27サイクルを用いると、0.001以上の確率を示す位置では理論上1.54日以内に一回接触事故が発生することとなる。

b) 西大路五条交差点 (右折専用現示あり)

西大路五条交差点では全方向の自動車挙動を撮影できた為、全方向の自動車挙動を数値化した後に接触確率を算出した。各方向の青現示開始時、右折専用現示開始時の前後5秒間で0.5秒ごと21通り、計84通りの接触確率を得た。西大路五条交差点での1サイクルの平均長は156秒であり、これは1日のサイクル数が552に相当する。このとき接触事故が1日に1度発生する場合に相当する接触確率は0.001812となる。

青現示開始時の接触確率と右折専用現示開始時の接触確率の傾向が異なり、青現示開始時の接触確率より右折専用現示開始時の方が高い傾向を示した。具体的にみると青現示開始時の接触確率の最大値は0.008、右折専用現示開始時の最大値は0.09となった。これは青現示開始時に6時間弱には一度接触事故が発生しており、右折専用現示開始時には30分に一度接触事故が発生していることに相当する値であった。これは対向車による無理な進入が多く、交差点中心付近の領域の存在確率が高かったためである。

(4) 右折専用現示の有無による接触確率の違い

右折専用現示がある場合と右折専用現示がない場合の右折車の挙動に大きな違いはなかった。ただし右折にあたえられた時間で見ると右折専用現示がある交差点では右折専用の時間が10秒とられていたのに対し、右折専用現示がない交差点では右折専用時間がとられていない。右折専用現示がある場合、右折専用現示開始時には他方向からの車両がなく、右折車の接触確率は対向車の存在確率のみに起因する。また右折専用現示終了時には交差点内に残留している対向車両がなく、他方向からの車両の存在確率に起因する。一方、右折専用現示がない場合、全赤時における右折車の接触確率は対向車の存在確率と他方向からの車両の存在確率に起因する。接触確率は対向車の存在確率と他路線の存在確率の両方に値に起因するので、どちらかの存在確率が0である右折専用現示を備えたほうが接触確率は低下する。したがって右折専用現示を備えたほうが右折車を安全に通過させることができると考えられる。しかし本研究では右折専用現示がある交差点の接触確率のほうが高い結果となった。

4. 交通量を基準化した場合の自動車接触確率

(1) 交通量の基準化

十条烏丸より西大路五条交差点の接触確率の値が高かった原因は交通量の差 (1時間あたりの一方方向からの交通量が西大路五条では約1400台、十条烏丸では約600台) によるものと考えられる。そこで、各交差点の交通量が同じになるように調節し、再度、接触確率を求めた。

(2) 交通量の基準化方法

まず仮想交差点の元のデータとなる十条烏丸交差点、および西大路五条交差点の交通量を比較してみる。(表1) これより、仮想十条烏丸交差点での一方向の通過交通量は平均 594.5 台、西大路五条交差点での一方向の通過交通量は平均 1397.2 台であった。なお西大路五条交差点における東西南北それぞれの路線の交通量に大きな差は発生していない。西大路五条交差点の交通量は仮想十条烏丸交差点の交通量の 2.35 倍の規模であった。

また十条烏丸交差点と西大路五条交差点は交差点形状こそ大きな違いがあるものの、交差点に繋がる路線は 4 方向とも片側二車線の 4 車線道路であり、このような単純な計算で交通量の比較を行うことが可能と判断した。

(3) 交通量基準化後の自動車接触確率の算出

仮想十条烏丸交差点を調査時よりも 2.35 倍の交通量と設定し、西大路五条交差点と同程度の交通量と想定して右折専用現示の有無による自動車接触確率の差を分析する。そこで既に算出している十条烏丸交差点での各方向からの自動車存在確率を、すべての領域において 2.35 倍することによって、交通量を調節した仮想十条烏丸交差点での自動車接触確率を導いた。

交通量を調節した後の仮想十条烏丸交差点での接触確率は上昇し、最大値は理論上 1 日に 7.1 回、接触事故が発生するという結果になった。しかし西大路五条交差点での接触確率の最大値が理論上 1 日に 48 回であったので、右折専用現示を備えたほうが右折車を安全に通過させることができるという結果は得られなかった。

(4) 各交差点における「無理な進入」車両の比較

交通量を基準化しても、右折専用現示が備わっている交差点の危険性が、右折専用現示が備わっていない交差点の危険性よりも高くなった原因について考察する。

自動車接触確率が高いということは、「フライング車両」または「無理な進入車両」どちらかの存在確率、または両方の存在確率が高いということになる。

各交差点のそれぞれの存在確率に注目するとフライング確率では大きな違いが見当たらなかったが、無理な進入車両に大きな違いがあった。十条烏丸交差点では 1 サイクルあたり 0.80 台の車が無理な進入をしていたが、西大路五条交差点ではそれを大きく上回り 1 サイクルあたり青現示から右折専用現示に変化する際に約 3.2 台、右折専用現示から他方向の青現示に変化する際に約 2 台であった

西大路五条交差点で無理な進入の台数が増加した原因としては、第一に周辺の交差点との交通容量の違いが挙げられる。西大路五条は幹線道路同士が交わるため、1 方向の交通容量が上流側の交差点の交通容量よりも低く、

渋滞のボトルネックの個所となっている。その為、ドライバーが交差点を早く通過したいという心理が働き、無理な進入が増加したと考えられる。

第二に交差点の大きさの違いが挙げられる。無理な進入とは信号切り替わり時に滞留している車両の挙動であり、十条烏丸交差点より西大路五条交差点のほうが停止線からの距離が長い為交差点の通過に時間が掛かってしまう。先行研究¹⁾では、従来のジレンマゾーンの考え方である「赤信号が始まる前までに停止線を通過する」を「側方の信号が青に変化するまでに交差点を通過しきる」と改めて検討を行っている。このジレンマゾーンの変形を用いて考えると西大路五条交差点は十条烏丸交差点より 11.2m 交差点幅が広く、その分だけジレンマゾーンが広がる。従ってジレンマゾーンに存在する車両が増加し、無理な進入の増加につながったと考えられる。

5. おわりに

本研究の分析では各交差点共に、対象時間とした信号切り替わり時の、すべての時間帯において接触事故が発生する確率があるという結果が抽出された。

本研究で使用した自動車接触確率算出方法では、右折専用現示が設置されている交差点が、設置されていない交差点よりも危険性が高くなった。これは信号現示の種類だけでなく、交差点の状況の違いによると考えられる。

いずれの交差点においても理論上では 1 日に 1 度以上の事故が発生する可能性がある結果となった。しかし現実にはそのような頻度で接触事故が起こっているわけではない。なぜなら今回の分析で導き出した自動車接触確率はドライバーの危機回避行動が考慮されていない理論値である。しかし視点を変えると、理論上多発するはずの接触が発生していないのは、ドライバーが危機回避行動を頻繁に行っている為と言える。右折専用現示を設けても、右折という挙動は他の挙動と比べて、潜在的な危険性が高いといえる。

今後の課題は、十条烏丸交差点と規模や交通状況が似た右折専用現示が備わっている交差点において再度分析を行うことで、右折専用現示が交差点の潜在的な危険性をどの程度、下げるのか調べる必要がある。

参考文献

- 1) 肥田肇, 小川圭一: 平面交差点における信号切り替わり時の自動車挙動に基づく交通事故発生確率の評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.31, CD-ROM, No.227, 2005