

実車両挙動分析による小交差点出合頭事故防止 ITS システムのリクワイアメント分析

A requirement analysis on developing collision avoidance ITS system  
of small junctions by traffic behavior analysis

池上 宜伸\*・山中 英生\*\*・中田 博之\*\*\*

Yoshinobu Ikegami, Hideo Yamanaka, Hiroyuki Nakata

1. はじめに

地区内では交通事故は交差点とその付近に大半が生じており、地区の交通安全向上には小交差点の安全性向上が肝要である。交通事故は道路形状別で交差点内およびその付近での事故が約60%を占め、さらに、人口集中地区での交差点事故の構成率は約70%にも達している。交差点事故において顕著な事故類型である出合頭事故は全事故件数の27%、全死亡事故件数の15.8%を占めている。この内、無信号交差点における出合頭事故は件数で全体の19.2%、死亡事故件数の10%を占めている。ITS技術の交通安全への応用研究の中で衝突防止システムの開発はその柱の一つとして、研究が進んでいるが、主として追突(Rear end collision)や正面衝突(Head on collision)型の事故防止を中心に開発が進んでおり、交差点での出合頭(intesection collision)に関しての開発研究は遅れている。本研究は、地区交通安全向上にむけて地区内小交差点での出合頭事故防止へのITS技術の導入可能性を検討することを目的としている。今回は、交差点に進入する車両の挙動をビデオ撮影画像から詳細に分析して、警告や制動による衝突防止を想定した時に、警告・制動制御の必要な地点と停止制御の可能性を検討する。

2. 無信号小交差点における交通挙動調査

(1) 調査交差点の選定

(a) 調査候補交差点

調査交差点は、比較的交通量があり、出合頭事故の多い交差点を対象とした。徳島市内の出合頭事故発生状況について徳島東警察署にヒアリングし、出合頭事故の多い地区として、区画整理による格子状街路網が形成されている沖浜地区および新蔵地区、埋め立てによる流通工業団地整備で比較的広幅員の格子状街路網をもつ沖州マリニア地区、非計画的市街地で抜け道への交通集中が見られる中吉野地区を選出した。各地区から出合頭事故の多発地点をヒアリングして交差点7ヶ所を選出した。

(b) 調査対象交差点の選出

各交差点の概略交通状況とビデオ撮影の条件を確認するため、交差点流入車両が撮影可能な地点すべてからの撮影を行い、交通量および撮影精度を検討した。この情報をもとにして、本調査では新蔵地区、沖浜地区から各1ヶ所の交差点を第一次調査地点として選出した。2交差点の概要を表1に示す。

新蔵は都心部近くで保健所などの公共施設、オフィスと住宅地が混在している、交通量は1時間に88台となっているが、この規模の交差点としては多いほうといえる。沖浜は、郊外型ショッピングエリアとして発達している国道バイパスの裏道となっており、抜け道利用、大型店の駐車場への出入り、駐車場間の渡り交通等に利用されることが多く、交通量は1時間141台と多い。

表1 観測交差点の概要

地点名 (町丁名)	有効幅員		時間交通量 (台/時)	調査時刻
	優先側(主道路)	非優先側(従道路)		
新蔵 (新蔵町2丁目)	6.7 m	6.4 m	88	12:42~15:42
沖浜 (沖浜東3丁目)	5.4 m	6.0 m	141	13:07~16:07

注) 時間交通量は観測時の平均値

キーワード：ITS・交通安全・小交差点・地区交通  
\* 学生員 徳島大学大学院工学研究科建設工学専攻  
\*\* 工博 徳島大学工学部 教授  
\*\*\* 学生員 徳島大学大学院工学研究科建設工学専攻  
〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1  
TEL088-656-7578、FAX088-656-7341

(c) 調査交差点の特徴と撮影区間

図1, 図2に調査交差点とした交差点の平面構成の概略図を示す。

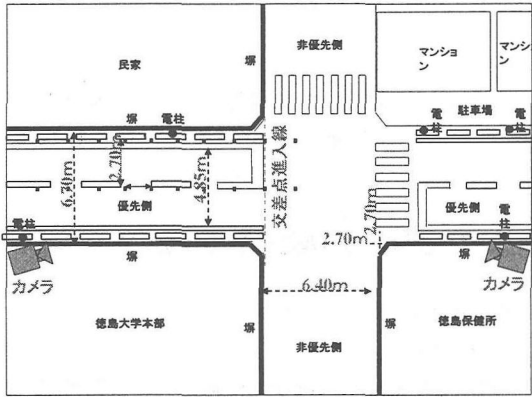


図1 調査対象交差点 新蔵

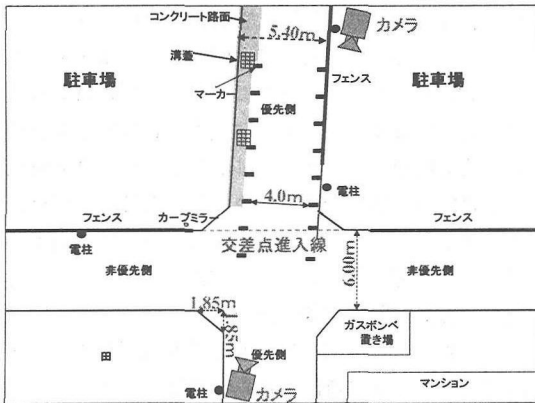


図2 調査対象交差点 沖浜

本研究では、交通挙動について、交通量が多く、安全確認がなされない傾向の大きい優先側の交通の挙動を観測している。また、観測区間長は現地の撮影条件および進入速度を考慮して決定した。新蔵交差点は交差点手前35mから交差点流入後10m、沖浜交差点は交差点手前25mから流入後5mとした。

(2) ビデオ観測の方法

(a) ビデオ観測装置

ビデオ撮影は図3に示す装置を製作して用いた。長さ1.8mの鉄製ポールを3本連続し、高さ5.4mとして上部にビデオカメラ用パンティルターを固定し、CCDカメラをこれに取り付けている。パンティルターは、コードを接続したコントローラーからCCDカメラを上下左右に回転できるようにしている。

ポールを電柱等に固定用ベルトを用いて2点で固定している。

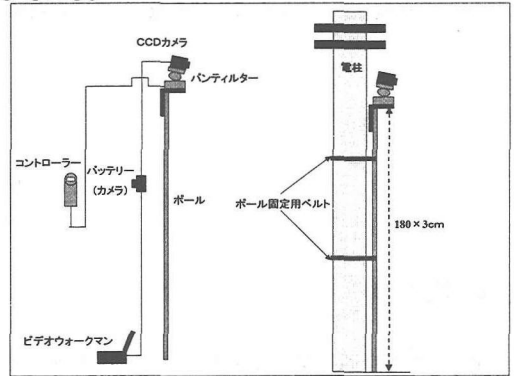


図3 ビデオ観測装置

(b) 撮影範囲とマーカー設置方法

対象路線について交差点進入線から25mから35mの区間を撮影範囲とした。交差点進入地点から5m間隔で道路両側一対、座標変換用のマーカーを現地で取り付けた。マーカーには白色布製ガムテープを用いている。

カメラは、道路両脇のマーカーが撮影できるように設定した。カメラの高さが5.4mと低いことから、カメラから遠方の撮影区間では自動車の位置精度に問題が生じると考えられる。そこで、撮影精度の検討のため、進入挙動を後方からと、前方からの2カ所から撮影した。図4に撮影方法の概略図を示す。

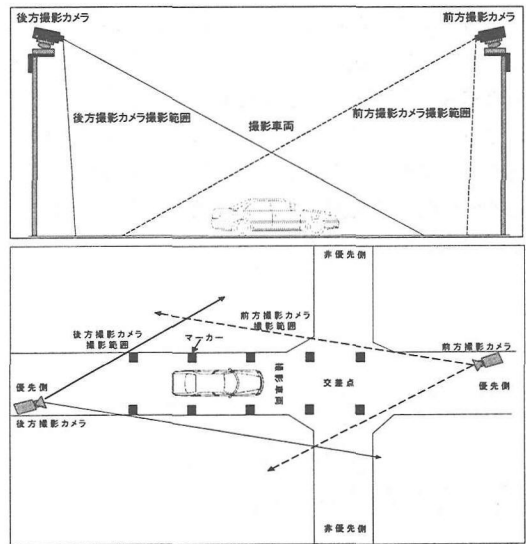


図4 交通挙動のビデオ撮影方法

(c) 観測時間および観測サンプル

表2に各地点での観測日時および観測時の交通量を示す。各地点は3時間の観測とし、調査時間は比較的交通量の多い午後としている。

表2 観測日時と観測対象サンプル数

地区	観測日時	観測時間	観測車数	分析対象サンプル
沖浜	H11 12月13日 13:07~16:07	180分	424	235
新蔵	H11 12月10日 12:42~15:42	180分	265	199

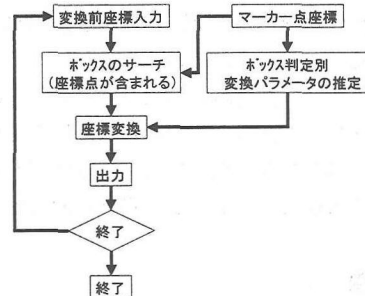


図6 座標変換の手順

3. 車両挙動情報の計測方法

まずデジタル化したビデオ画像上で、タイヤ位置を0.2秒間隔で入力した。これには、専用のソフトを開発している(図5)。次に写像変換式を用いて実座標に変換する(図6)。この際、ビデオ画面での歪みを考慮して5m間隔の路上のボックスごとにマーカーの座標を用いて変換パラメータを推定している。得られた座標から速度を算出し、これにBスプライン関数を用いて平滑化することで加速度を推定した。なお、前後のカメラによる相対誤差を調べたところ、位置で平均0.6m、速度で平均1.9km/hの精度となった。

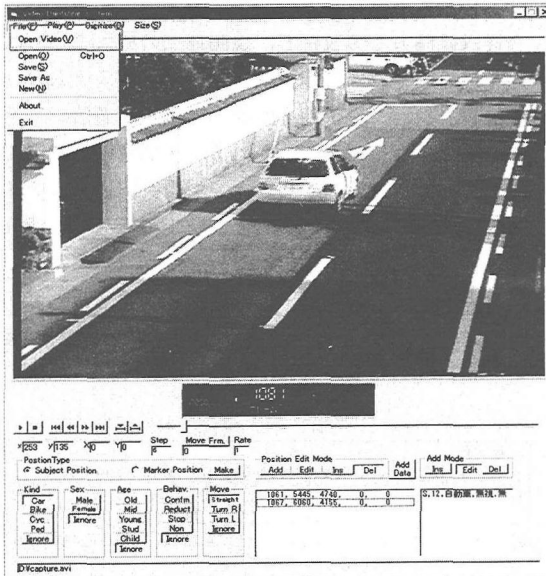


図5 ビデオデザイナーシステム

4. 停止距離推定モデル

(1) ドライバー警告時の停止距離推定モデル

図7はドライバーに警告を与えてから、停止にいたるまでの速度変化を示している。ここでtはドライバーがブレーキを踏んで制動が始まるまでの時間(空走時間)である。その間、車は走行状態(初速度V<sub>0</sub>、加速度α)を維持し、その後減速(加速度β)が生じる。停止までの時間T<sub>1</sub>および停止までの距離Yは以下となる。

$$T_1 = -(V_0 + \alpha t) / \beta + t \dots \dots \dots (1)$$

$$Y = V_0 t + \alpha t^2 / 2 - (V_0 + \alpha t) t / 2\beta \dots \dots \dots (2)$$

空走時間では表3の2つのケース、制御時の加速度では表4の3つのケースを想定した。

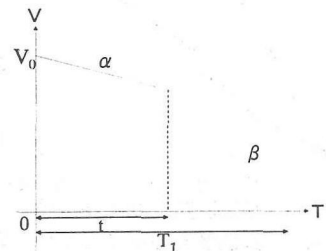


図7 停止警告後の速度変化

表3 空走時間の想定ケース

緊張状態	反応遅れ時間(0.4秒)、動作時間(0.4秒)、反応時間(0.8秒)。ブレーキ作動0.2秒後、空走時間は1秒となる。
非緊張状態	反応遅れ時間(1.2秒)、動作時間(0.4秒)、反応時間(1.6秒)。ブレーキ作動0.2秒後、空走時間は1.8秒となる。

表4 制動時の加速度に関する想定ケース

緩ブレーキ	β = -0.25g	一般ドライバーが危険を感じない程度のブレーキを想定する
雨天時ブレーキ	β = -0.4g	雨天時にかけられる最大のブレーキを想定する
晴天時ブレーキ	β = -0.6g	晴天時にアスファルト道路でかけられる最大のブレーキを想定する

(2) 緊急制御を想定した停止距離推定モデル

上記の警告で運転者が反応しない時、機械制御によってブレーキをかけるという AHS-c のレベルのサービスである。この場合は、反応遅れ時間は生じず、動作時間も無視して、空走時間を 0.2 秒と考え、その他の条件は上記の場合と同様である。

5. 分析結果

警告・制動サービスの提供位置と停止可能性の関係を図 8,9,10,11 に示す。雨天時の制動加速度を  $-0.4g$  と想定した場合、サービス発生から 0.2 秒の遅れで制動が可能な制御を行えば交差点から 18~25 m の地点でサービスを行うことでほぼ 100% の車両を停止させることができる。制動開始の遅れが生じる警告サービスの場合、運転者が緊張状態であれば 25~35m のサービス提供で 90% 以上の車両が停止可能である。ただし、運転者が非緊張状態と想定すると 70% 程度の車両しか停止できない。

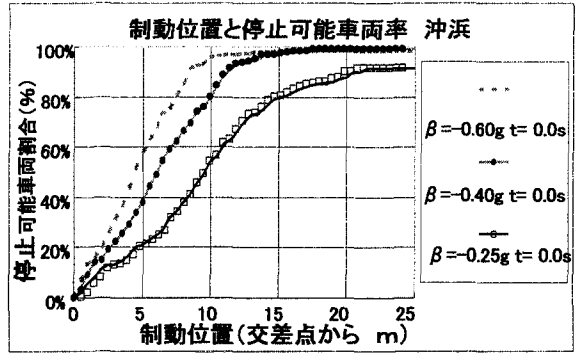


図 10 緊急制動のタイミング 沖浜

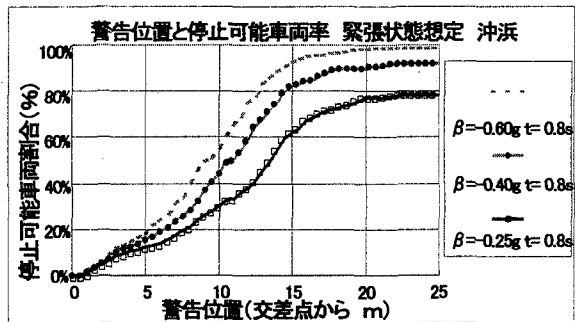


図 11 警告サービスのタイミング 沖浜

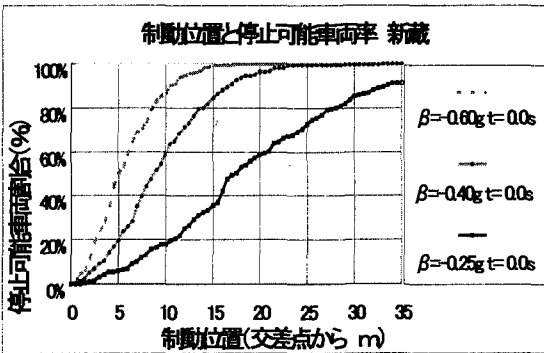


図 8 緊急制動のタイミング 新蔵

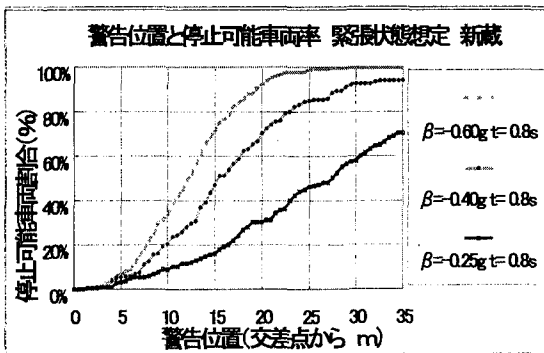


図 9 警告サービスのタイミング 新蔵

6. 終わりに

今後は観測方法の改善と、観測地点の拡大とともに停止以外のやり過ごし方式の衝突防止システムのシミュレーションモデルを開発し、車車間通信システムの問題として想定されている自・他車の位置精度の影響について検討することで、衝突防止システムのリクワイアメントの検討と、防止可能な衝突状況の範囲を分析する予定である。

なお、本研究は(社)土木学会「交通事故分析と ITS に関する研究」小委員会において公募採用され、実施した研究成果の一部である。

【参考文献】

- (a) 江守一郎：自動車事故工学、技術書院、p.14 1993 年
- (b) 末富隆雅、水谷博之：AHS による事故回避のシミュレーション評価、AHS 研究組合
- (c) AHS 研究組合：走行支援道路システム第 1 次リクワイアメント(案)の概要