

ITS を用いた小交差点出会い頭事故防止システムのための車両挙動分析

徳島大学大学院 学生員 ○池上 宜伸
徳島大学工学部 正会員 山中 英生
徳島大学工学部 正会員 山口 行一

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、しかもその多くが出合頭事故となっている。本研究では、地区内小交差点での出合頭事故防止への ITS 技術の導入可能性の検討を目的とし、交差点に進入する車両の挙動を観測し、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した。

2.出合頭衝突事故防止のための ITS システム ITS による出合頭衝突防止システムには、交差点での車両挙動情報の取得方法と通信システムの違いによって基本的に以下に分類できる。

a)路車間システム：交差点での従道路側から接近する車両の挙動を路上センサーで計測し、主道路側の車両に通信で伝える方式。

b)車路車間システム：走行車両から走行速度等を発信し、これを交差点に設置した送受信機を用いて交差側の走行車両に伝える方式。

c)車車間システム：自己車の走行位置座標、速度等を発信する装置と、周辺の車両の走行情報を受信し、処理する装置を車載し、車両同士の通信で衝突予測を行うシステム。これらのシステムは、警告のみとする場合と車間の制御を自動的に行う場合に分けることができる。

本研究は、以上の順にシステムの開発が進められることを想定してサービスリクワイアメントを分析することとした。

3.分析調査の概要

3.1 調査交差点 出合頭事故の多い交差点として、図 1、2 に示す徳島市内の新蔵地区、沖浜地区の交差点を選出した。

3.2 ビデオ観測 ビデオ撮影は、高さ 5.4m 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た装置を用いた。パンティルターにおいて CCD カメラを上下左右に回転できるようになっている。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。

3.3 撮影範囲とマーカー接地方法 交差点から 25m～35m の区間を撮影範囲とし、5m 間隔で道路両側に、座標変換用のマーカー（現地で取り付けた白色布製ガムテープ）を設置した。カメラは、道路両脇につけた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、進入方向の後方、前方の 2 カ所から撮影した。図 3 に撮影方法の概略図を示す。

3.4 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。次に写像変換式を用い

て実座標に変換する。この際、ビデオ画面での歪みを考慮して 5 m 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

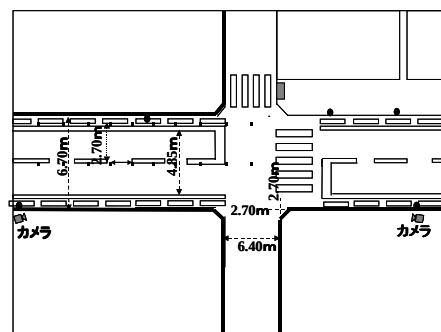


図 1 調査対象交差点 新蔵

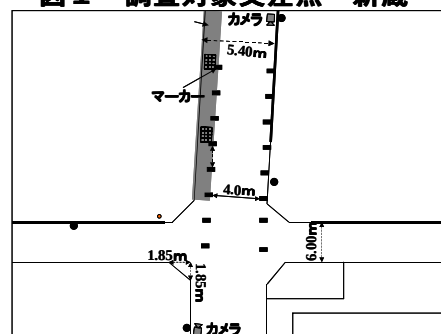


図 2 調査対象交差点 沖浜

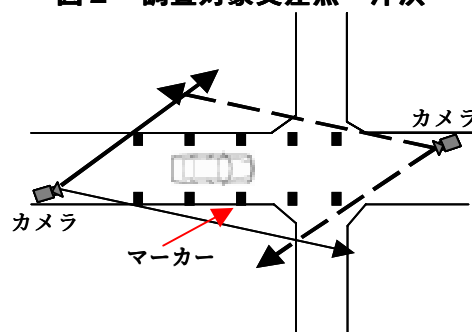


図 3 交通挙動のビデオ撮影方法

度となった。

4. 停止距離推定モデル

4.1 ドライバー警告時の停止距離推定モデル 図4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_0 、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_1 および停止までの距離 Y は以下となる。

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

$$Y = V_0 t + \alpha t^2 / 2 - (V_0 + \alpha t) T_1 / 2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

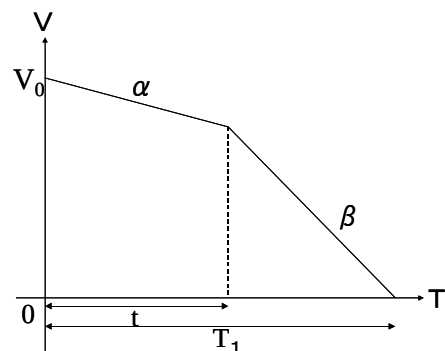


図4 停止警告後の速度変化

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

表2 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3 制動時の加速度に関する想定ケース

緩ブレーキ	$\beta = -0.25g$	一般ドライバーが危険を感じない程度のブレーキングを想定する
雨天時ブレーキ	$\beta = -0.4g$	雨天時にかけられる最大のブレーキングを想定する
晴天時ブレーキ	$\beta = -0.6g$	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ングを想定する

4.2 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ングをかけるという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5、6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18~25m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。

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衝突防止システムのシミュレーションモデルを開発し、様々なシステムで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、本研究は土木学会「交通事故分析とITSに関する研究小委員会」における研究テーマである。

7. 参考文献

- 1) 江守一郎：自動車事故工学、技術書院、p.14
- 2) 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
- 3) 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

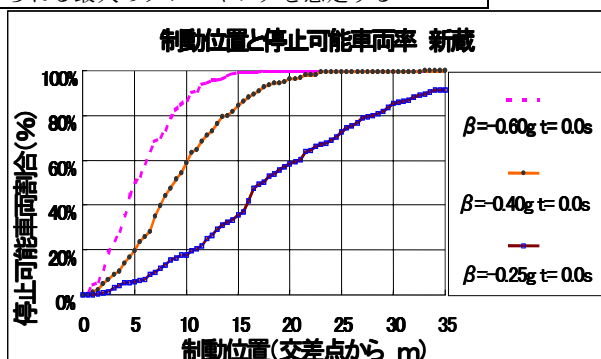


図5 緊急制動のタイミング 新蔵

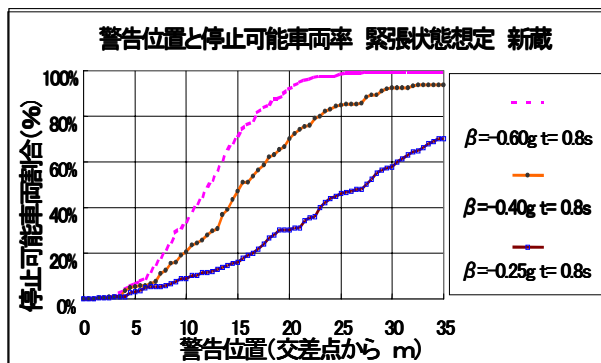


図6 警告サービスのタイミング 新蔵