

交差点構造や路面標示種別に着目した 交通事故危険性要因分析

宮崎 耕平¹・藤田 素弘²

¹学生会員 名古屋工業大学大学院 社会工学専攻 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)

E-mail:30415087@stn.nitech.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学教授 社会工学専攻 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)

E-mail:fujita.motohiro@ nitech.ac.jp

これまで、交差点および交差点付近の交通事故対策として、交差点改良や道路のカラー舗装などによる様々な対策行われてきた。本稿では、交通事故危険性と交差点構造やその特性との関係性を明らかにすることに加え、交通事故対策が事故危険性の削減にどのような影響を与えるかを分析することで、効果的・効率的な対策の検討をすることを目的とする。愛知県内における信号交差点を対象とした調査を実施し種々のデータを取得した。これを分析した結果、危険運転として挙げた信号無視、停止線越え、制限速度不保持、超過速度について、交差点構造やその特性のデータを用いて比較的精度の高いモデルの構築ができた。また、信号無視と停止線越えについて車間距離および車間時間が影響していること、カラー舗装による抑制効果があることが示された。

Key Words : *Intersection accident, Measures against traffic accidents, Traffic accident risk*

1. はじめに

わが国における平成29年中の交通事故発生件数は約47万件あり、死亡事故件数が約3600件、重傷事故件数が約3万5000件、軽傷事故件数が約43万件となっている。また、交通事故死者数は約3700人で、同年の愛知県の交通事故死者数は200人であり、全国で最も多いという結果となっている。さらに、2017年までで愛知県の交通死亡事故件数は、15年連続ワースト1位という状況である。

交通死亡事故発生地点の割合は、交差点及び交差点付近で約5割を占めており、交差点付近の交通事故対策が重要となっている。交差点付近の交通事故対策の主な例として、道路のカラー舗装や「追突注意」などの様々な路面標示によるドライバーへの注意喚起を促す対策がある。また、公共事業費の削減に伴い、安価で効果の高い交通安全対策へのニーズが高まっており、交差点付近のカラー舗装は実施せず、路面標示のみによる対策や、カラー舗装の長さの縮小も進められている。

愛知県内でも事故危険箇所を選定し、交差点付近のカラー舗装化に取り組み、多くの交差点で事故件数を削減している。しかし、カラー舗装化が取り組まれている地点でも、各交差点およびその付近での事故削減の効果に

差があるため、さらなる分析と対策が望まれる。

これらのことから、多様な交差点構造やその特性に対して、効果的・効率的な対策を実施していくことが重要となっている。そのためには、実際に起きた交通事故や、交通安全上問題のある危険運転が多い交差点の交差点構造や特性などを明らかにすることが必要である。これまで、交差点の事故を対象にした分析は多く行われており、例えば、コリムら²⁾は交差点における出会い頭事故および進路変更巻き込み事故を対象に事故発生メカニズムのモデルを構築し、事故発生リスクに影響を与える要因について考察している。また、小谷ら³⁾は、走行方向別・事故類型別に交通事故発生件数を推計するモデルを構築し、方向別の交通量、車線数および交差点形状などの変数が影響を与えることなどを示している。さらに、塩見ら⁴⁾は、交差点の幾何構造の違いが交差点事故に与える影響を分析しており、横断歩道長など交差点規模を表す変数が有意に事故発生リスクに影響を与えることなどが示されている。このように、交差点形状や交差点規模に着目して、事故類型別にモデルを構築し、分析を行っている研究は多く行われている。しかし、交通安全上の観点から、交通事故の発生に密接に関係していると考えらる、信号無視や停止線越え、速度超過などの危険運転の

発生傾向を分析している研究は多くない。

そこで本研究では、危険運転事象の発生を交通事故危険性とみなし、交通事故危険性と交差点構造やその特性および路面標示種別との関係性を明らかにすることを目的とする。本研究では、交通事故危険性として、「信号無視（黄・赤進入）」、「停止線越え」、「制限速度不保持」、「超過速度」を危険運転として挙げ、調査・分析を行う。また、カラー舗装と1/3カラー舗装および路面標示のみによる事故対策の各危険運転抑止への効果の違いについても検証するものとする。

2. 調査概要

(1) 調査交差点概要

本研究では、名古屋市、稲沢市、一宮市、稲沢市、安城市、岡崎市において、交通事故が多発している信号交差点を主に調査し、合計28交差点で観測調査を実施した。各交差点において、進行方向別で異なるデータとして取り扱い67データを取得した。また、調査した交差点は、愛知県内のカラー舗装が施工されている交差点、路面標示のみが施工されている交差点、従来の1/3のサイズのカラー舗装が施工されている交差点、何も対策がされていない交差点の4パターンである。

(2) 調査方法および調査項目

各交差点における調査項目と定義を表-1に示す。交差点構造やその特性および路面標示種別に着目した分析を行うために、各交差点での「現地調査」、交差点の様子をビデオで撮影し解析する「解析調査」、「Google Mapを利用した交差点構造調査」を行い情報を取得した。現

地調査は晴れの日の平日13時から17時の間で行い、現地調査および解析調査での情報取得では、各交差点の方向別で、5サイクル分のデータを取得した。現地調査における交差点進入速度の計測では、スピードガン（Bushnell, スピードスターV, 東京）を使用した。また、解析調査における安全車間距離不保持台数の計測に用いる車間距離は、先行車両と後続車両の車速が同じであると仮定し、「先行車両の車速」と「先行車両と後続車両との車間時間」との積として算出した。また、停止距離についての算出条件は、運転者の反応時間を0.75秒、路面の摩擦係数を0.7、車輪固定条件とした。

3. 危険運転と交差点構造やその特性および路面標示種別との関連分析

危険運転と交差点構造やその特性および路面標示種別との関係性を明らかにするために、相関分析を行った。相関分析により算出された相関係数を表-2に示す。相関係数が0.5以上のものに着色している。

表-2より、信号無視は直進交通量が多く、流入車線数や流出車線数が多い比較的大きな交差点で多発していることが分かる。また、信号無視・停止線越えについて、安全車間距離不保持台数、車間時間（2秒、3秒）不保持台数と強い相関を示している。このことから、信号が青信号から黄・赤信号に推移するタイミングにおける車間距離・車間時間が短い車両が多い交差点では、信号無視・停止線越えが多発すると考えられる。また、車間時間（2秒）不保持台数と車間時間（3秒）不保持台数を比較すると、車間時間（3秒）の方が信号無視・停止線越えと相関が高かった。ここで、信号無視・停止線越えに

表-1 調査項目とその定義

調査項目	定義	調査項目	定義
現地調査		停止線越え台数 (台/5サイクル)	5サイクルあたり停止線を越えて停止した車両台数
交差点進入速度 (km/h)	交差点に流入する直前の車速	安全車間距離不保持台数 (台/5サイクル)	直進車線において、nサイクル目の最後に交差点を通過した車両とn+1サイクル目の先頭車両との車間距離について、「車間距離<当該車両の停止距離」を満たす車両台数の合計
制限速度不保持台率 (%)	速度を計測した車両の内、制限速度を超えた速度で走行している車両の割合	車間時間 (2秒) 不保持台数 (台/5サイクル)	直進車線において、nサイクル目の最後に交差点を通過した車両とn+1サイクル目の先頭車両との車間時間 (秒) について、「車間時間<2」を満たす車両台数の合計
超過速度 (km/h)	制限速度を超えた速度で走行している車両の、超過速度の平均	車間時間 (3秒) 不保持台数 (台/5サイクル)	直進車線において、nサイクル目の最後に交差点を通過した車両とn+1サイクル目の先頭車両との車間時間 (秒) について、「車間時間<3」を満たす車両台数の合計
直進交通量 (台/サイクル)	1サイクルあたり交差点を通過した車両の台数	Google Mapより取得	
大型車台数 (台/サイクル)	1サイクルあたり交差点を通過した大型車両の台数	交差点内直進距離 (m)	流入前停止線から流出先の横断歩道までの距離
信号サイクル長 (秒)	各交差点の信号1サイクルの時間	信号交差点密度 (箇所/km)	各交差点における流入・流出方向500m以内の信号交差点の数
直進青時間 (秒)	各交差点の直進の青時間	流入側信号交差点密度 (箇所/km)	各交差点における流入方向1km以内の信号交差点の数
黄色時間 (秒)	各交差点の黄色時間	流出側信号交差点密度 (箇所/km)	各交差点における流出方向1km以内の信号交差点の数
流入車線数(本)	各交差点に流入する直進車線数 (左折または直進の車線を含む)	流入側信号交差点間距離 (m)	各交差点における流入方向一つ手前の交差点までの距離
流出車線数 (本)	各交差点から流出する車線数	流出側信号交差点間距離 (m)	各交差点における流出方向一つ手前の交差点までの距離
制限速度 (km/h)	各交差点に流入する車線の制限速度	カラー舗装の有無	カラー舗装が実施されている
右折車専用車線数(本)	各交差点に流入する右折車専用車線数	1/3カラー舗装の有無	幅、長さともに従来の1/3のカラー舗装が実施されている
歩行者信号点滅時間(秒)	各交差点における流入方向の歩行者信号の点滅時間	路面標示の有無	「追突注意」などの路面標示のみが実施されている
歩行者信号と車道信号の時間ギャップ	各交差点における流入方向の歩行者信号と車道信号が赤になるまでの時間差		
歩行者信号点滅後時間	各交差点における流入方向の歩行者信号点滅し始めてから車道信号が赤になるまでの時間		
解析調査			
信号無視台数 (台/5サイクル)	5サイクルあたり信号が黄色・赤点灯後に交差点に進入し通過した車両台数		

表-2 各変数の平均と分散および危険運転との相関係数

	信号無視台数 (5台/サイクル)	停止線越え台数 (5台/サイクル)	速度超過台率 (%)	超過速度 (km/h)	平均値	分散
交差点進入速度 (km/h)	0.24	0.02	0.12	0.20	45.0	8.62
直進交通量 (台/サイクル)	0.54	0.31	-0.23	-0.20	23.3	19.5
大型車台数 (台/サイクル)	0.32	0.08	0.09	0.08	1.8	1.66
信号サイクル長 (秒)	0.30	0.18	-0.08	0.04	128	30.4
直進青時間 (秒)	0.11	-0.02	0.13	0.06	50.8	19.3
黄色時間 (秒)	0.06	0.14	0.08	0.18	3.47	0.615
流入車線数 (本)	0.58	0.37	-0.27	-0.14	1.85	0.78
流出車線数 (本)	0.64	0.36	-0.22	-0.14	2.00	0.95
制限速度 (km/h)	0.45	0.24	-0.39	-0.31	53.3	8.42
右折車専用車線数 (本)	0.31	0.21	-0.37	-0.33	0.88	0.48
歩行者信号点減時 (秒)	0.25	0.23	-0.30	-0.07	7.14	2.64
歩行者信号と車道信号の 時間ギャップ (秒)	0.17	0.14	0.04	0.03	5.93	1.49
歩行者信号点減後時間 (秒)	0.26	0.23	-0.15	-0.07	12.9	3.88
安全車間距離不保持台数 (台/5サイクル)	0.69	0.53	-0.22	-0.30	0.729	1.16
車間時間(2秒)不保持台数 (台/5サイクル)	0.53	0.53	-0.18	-0.25	0.712	1.20
車間時間(3秒)不保持台数 (台/5サイクル)	0.70	0.62	-0.24	-0.35	1.47	1.82
交差点内直進距離(m)	0.30	0.43	-0.30	-0.13	41.7	13.8
信号交差点密度 (箇所/km)	0.19	0.24	-0.45	-0.21	7.44	3.45
流入側信号交差点密度 (箇所/km)	0.18	0.25	-0.29	-0.28	3.42	1.94
流出側信号交差点密度 (箇所/km)	0.09	0.11	-0.34	-0.06	3.12	1.97
流入側信号交差点間距離 (m)	-0.22	-0.13	0.12	0.19	363	226
流出側信号交差点間距離 (m)	-0.11	-0.04	0.11	0.27	327	234
カラー舗装ダミー (有:1, 無:0)	-0.36	-0.26	0.35	0.35		
路面標示ダミー (有:1, 無:0)	0.40	0.10	-0.20	-0.11		
1/3カラー舗装ダミー (有:1, 無:0)	-0.12	-0.12	-0.17	-0.25		

ついて、特に相関が強かった車間時間(3秒)不保持台数との散布図を図-1, 図-2に示す。図-1, 図-2より、車間時間(3秒)不保持台数の増加に伴い、信号無視・停止線越えも増加することが読み取れる。また、車間時間(3秒)不保持台数は路面標示のみおよび対策なしの交差点で多いことが読み取れる。制限速度不保持台率および超過速度については、交差点構造やその特性および路面標示種別との強い相関は見られなかった。

また、危険運転と路面標示種別の相関に着目すると、信号無視・停止線越えとカラー舗装ダミー(あり:1, なし:0)・1/3カラー舗装ダミー(あり:1, なし:0)との相関係数は負となっている。そこで、路面標示種別での信号無視発生件数・停止線越え発生件数を図-3, 図-4に示す。図-3より、信号無視について、カラー舗装および1/3カラー舗装と路面標示, カラー舗装と対策なしで有意差が見られた。このことから、カラー舗装による対策は、路面標示のみの対策や対策なしと比較して、信号無視を抑制する効果が大きいことが示された。図-4より、停止線越えについて、カラー舗装と路面標示および対策なしについて有意差が見られた。このことから、カラー舗装による対策は、路面標示のみの対策や対策なしと比較して、停止線越えを抑制する効果が大きいことが示された。

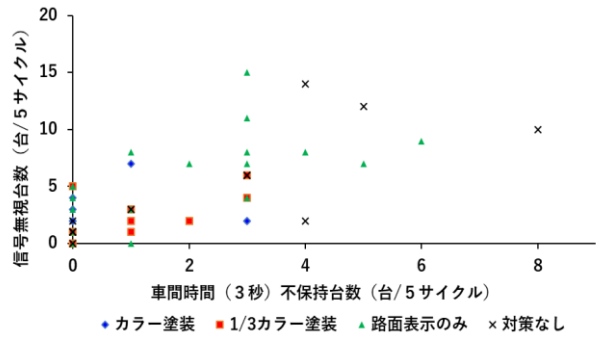


図-1 信号無視と車間時間(3秒)不保持台数の散布図

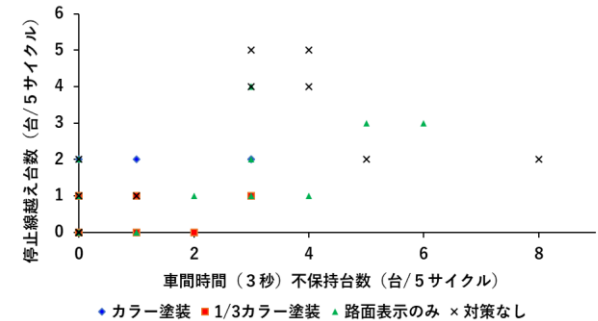


図-2 停止線越えと車間時間(3秒)不保持台数の散布図

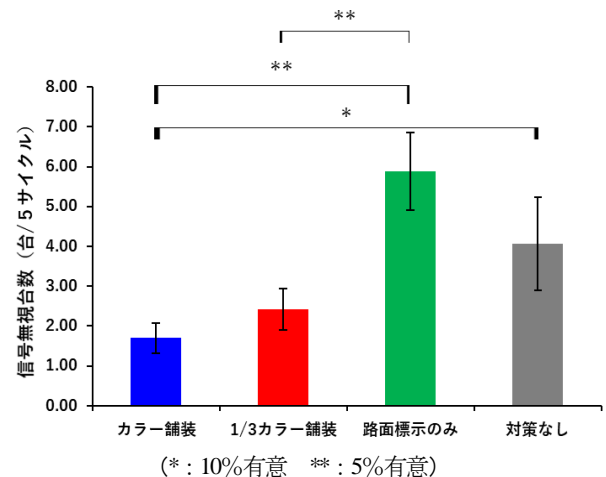


図-3 路面標示種別での信号無視発生件数

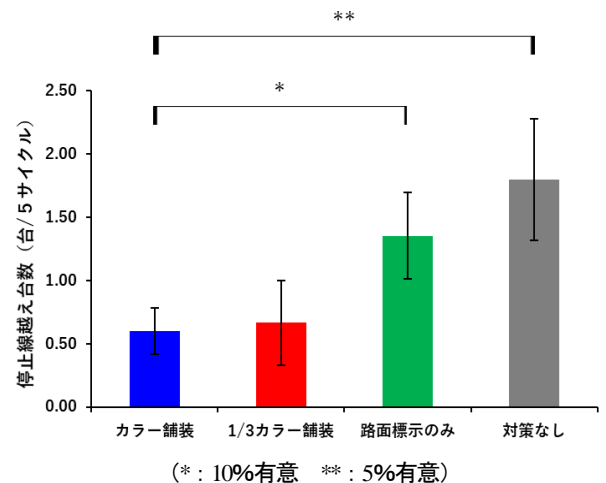


図-4 路面標示種別での停止線越え発生件数

4. 危険運転のモデル化

交差点構造やその特性が危険運転に及ぼす影響を詳しく調べるために、重回帰分析により、「信号無視（黄・赤進入）」、「停止線越え」、「制限速度不保持」、「超過速度」の四種類の危険運転モデルを作成した。各危険運転モデルの判定パラメータを表-3～表-6に示す。

表-3の信号無視モデル1より、車間時間（3秒）不保持台数、流出車線数のパラメータは正であり、流出側信号交差点密度、歩行者信号点減後時間のパラメータは負であった。

このことから、信号が青信号から黄・赤信号に推移するタイミングにおける車間時間が3秒より短い車両が多い交差点では、当該車両の運転者は信号現示よりも前方または後方の車両を意識するため、信号無視が多発すると考えられる。また、流出先車線数が多いと車速が大きくなるため、信号無視が多くなることが考えられる。さらに、流出側信号密度が大きいと流出先の滞留などが起きやすく、結果車速が減少し信号無視が減少すると考えられ、さらに歩行者信号点減後時間が長い場合、比較的遠い位置から信号の変わるタイミングを予測することができ信号無視が減少すると考えられる。

表-3の信号無視モデル2の信号無視推定パラメータより、大型車台数、車間時間（3秒）不保持台数のパラメータは正であり、カラー舗装ダミー（あり：1，なし：0）のパラメータは負である。このことから、大型車台数が多い交差点では圧迫感や見通しが悪くなることが想

定されるため、信号無視が増加すると考えられる。また、カラー舗装があることにより、運転者への注意喚起がなされ、信号無視の減少につながると考えられる。

表-4の停止線越えモデルより、車間時間（3秒）不保持台数、交差点内直進距離のパラメータは正であった。信号が青信号から黄・赤信号に推移するタイミングにおける車間時間が短い車両の多い交差点では、信号無視同様、当該車両の運転者は信号現示よりも前方または後方の車両を意識するため、停止線越えが発生すると考えられる。

表-5の制限速度不保持モデルより、交差点進入速度のパラメータは正であり、信号交差点密度、直進交通量、制限速度のパラメータは負であった。信号交差点密度や直進交通量が大きい交差点では速度が抑制され、制限速度不保持台数が少なくなることが考えられる。また、制限速度が低い交差点では、それを超える速度で走行する車両が多くなると考えられる。

表-6の超過速度モデルより、流出側信号交差点間距離、交差点進入速度のパラメータは正あり、直進交通量、制限速度は負であった。流出側の信号交差点間の距離が大きいことで、当該車両の運転者の速度超過に対する抵抗が小さくなり速度が高くなると考えられる。また、制限速度不保持モデルと同様に、交通量の多い交差点では、速度が抑制されることが考えられ、さらに制限速度が低い交差点では、超過速度が大きくなると考えられる。

表-3 信号無視モデル

モデル 1			モデル 2		
説明変数 (定数)	係数	t値	説明変数 (定数)	係数	t値
車間時間（3秒） 不保持台数	1.13***	7.25	カラー舗装ダミー (あり：なし：0)	-2.09**	-2.5
流出車線数	2.26***	6.55	大型車台数	0.617***	2.71
流出側信号 交差点密度	-0.631***	-3.63	車間時間（3秒） 不保持台数	1.43***	4.45
歩行者信号 点減後時間	-0.360*	-1.94			
R 2 乗	0.73		R 2 乗	0.43	
自由度調整R2乗	0.71		自由度調整R2乗	0.39	
データ数	67		データ数	67	

(* : 10%有意 **5%有意 *** : 1%有意)

表-5 制限速度不保持モデル

説明変数	係数	t値
切片	11.8*	1.74
信号交差点密度	-1.59***	-3.79
交差点進入速度	0.89***	5.74
直進交通量	-0.12*	-1.75
制限速度	-0.63***	-4.51
R 2 乗	0.56	
自由度調整R2乗	0.53	
データ数	67	

(* : 10%有意 **5%有意 *** : 1%有意)

表-4 停止線越えモデル

説明変数 (定数)	係数	t値
車間時間（3秒） 不保持台数	0.411***	5.56
交差点内直進距離	0.0374***	3.56
R 2 乗	0.50	
自由度調整R2乗	0.48	
データ数	67	

(* : 10%有意 **5%有意 *** : 1%有意)

表-6 超過速度モデル

説明変数	係数	t値
切片	-0.973	-0.37
流出側信号交差点間距離	0.00310**	2.25
交差点進入速度	0.316***	5.80
直進交通量	-0.0612**	-2.52
制限速度	-0.202***	-4.03
R 2 乗	0.49	
自由度調整R2乗	0.45	
データ数	67	

(* : 10%有意 **5%有意 *** : 1%有意)

5. 結論

本研究では、交通事故危険性となる危険運転を信号無視（黄・赤進入）、「停止線越え」、「制限速度不保持」、「超過速度」とし、交通事故危険性と交差点構造やその特性および路面標示種別との関連性、危険運転のモデルを構築した。これらのことから以下の知見を得た。

- ① 信号無視は直進交通量が多く、流入車線数や流出車線数が多い比較的大きな交差点で多発している。また、信号無視・停止線越えは安全車間距離不保持台数、車間時間（3秒）不保持台数と強い相関を示したことから、信号が青信号から黄・赤信号に移るタイミングにおける車間距離や車間時間が短いと、信号無視・停止線越えが発生しやすい。
- ② 路面標示種別に信号無視・停止線越えを分析すると、路面標示のみ・対策なしの交差点よりも、カラー舗装による対策が実施されている交差点のほうが発生が少ないことが示された。

また、得られた知見に関して、以下に示す課題があるため、今後修正の必要がある。

- ① 本研究では、取得したデータ数が少ないため、信頼性を上げるためにデータ数を増やしていく必要がある。
- ② カラー舗装による対策が信号無視・停止線越えの抑制に有意であると示されたが、事前事後のデー

タを比較したものではないため、事前事後のデータでも検討する必要がある。

謝辞：本研究の遂行にあたり、調査した交差点付近の地域住民の方々、調査を手伝って頂きました研究室の皆様の多大なる協力を得た。ここに記して心より感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 警視庁交通局：平成 29 年度道路の交通に関する統計・交通死亡事故の特徴等について
- 2) コリム・マサド・デワン，家田仁，寺部慎太郎：出会い頭事故及び進路変更巻き込み事故を対象にした事故発生リスク分析モデルの構築とその地理情報システムへの適用，土木計画学研究論文集，Vol. 24, pp. 751-756, 2001.
- 3) 小谷ゆかり，鈴木崇児，秋山孝正，武藤慎一：交差点での類型別事故推計モデルに基づく交通安全対策の評価手法，土木計画学研究・論文集，Vol. 18, No. 5, pp. 971-978, 2001.
- 4) 塩見康博，渡部数樹，中村英樹，赤羽弘和：交差点幾何構造を考慮した交通事故発生リスク要因の分析，第 51 回土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), 2015.

(2018.7.31 受付)

FACTOR ANALYSIS ON TRAFFIC ACCIDENT RISKS FOCUSING ON INTERSECTION STRUCTURE AND ROAD MARKING TYPE

Kohei MIYAZAKI, Motohiro FUJITA

Various countermeasures have been taken so far, such as color pavement of roads, as measures against traffic accidents near intersections and intersections. In this paper, we aim to examine effective and efficient countermeasures by clarifying the relationship between the traffic accident risk and the intersection structure or its characteristics, and analyzing how the traffic accident countermeasure affects the reduction of the accident risk. We conducted a survey targeting signal intersections in Aichi Prefecture and acquired various data. As a result of analyzing this, I was able to build a model of "signal ignoring", "stop line Crossing", "Limit speed not held" and "excess speed" listed as dangerous driving, using data on the intersection structure and characteristics. In addition, it was shown that "signal ignoring" and "stop line Crossing" are affected by the distance between cars and inter-vehicle time, and it is shown that color pavement have the effect of suppressing.