

クリアランス制御導入効果に関する研究

A Study on the Installation Effect of Clearance Signal Control

指導教授 安井 一彦 0058 五郎丸 正堂 0138 八幡 善治

1. 研究の背景と目的

平成 14 年の道路交通事故は 936,721 件¹⁾にのぼり、特に、交差点で発生した事故(533,509 件)のうち、追突事故は約 20%、出会い頭事故は約 40%を占める。

交差点では現示切替えの際、車両は停止線で停止するか、交差点を通過するための時間が必要である。この時間をクリアランス時間といい、交差点の停止線間距離や車両の接近速度により、黄時間と全赤時間を組み合わせて設定する。不適切な黄時間と全赤時間の設定の場合は、黄時間開始後の追突事故や全赤時間終了後の出会い頭事故等の原因になる。

本研究はこれら事故原因になる車両を減少させるため、車両挙動調査により接近速度に見合う黄時間と全赤時間の設定を試みた。また、その信号制御(以下、クリアランス制御と表記)の導入効果を検討した。

2. クリアランス時間の概要

(1) 黄時間

黄時間 Y は、停止線で安全に停止できるように式(1)より設定した。

$$Y = \frac{V}{2d} \quad (1)$$

ただし、 t_r は運転者のブレーキ反応時間(0.7 秒)、 V は黄時間開始時の接近速度(m/秒)、 d は一般的な減速度(3.0 m/秒²)とした。

(2) 全赤時間

全赤時間 AR は、交差点を安全に通過できるように式(2)より設定した。

$$AR = \frac{W}{V} \quad (2)$$

ただし、 W は停止線間距離(m)とした。

(3) 危険領域

交差点での追突事故や出会い頭事故等の原因には、黄時間開始時、「通過、停止いずれが安全か」について判断し難い位置を車両が走行していた場合が挙げられる。本研究はこの位置(領域)を危険領域といい、図-1 に示す 4 領域(境界は曲線 X_1 、直線 X_2 および直線 X_3)の和集合で構成した。なお、危険領域をなるべ

く狭めることを、黄時間と全赤時間の設定目安とした。

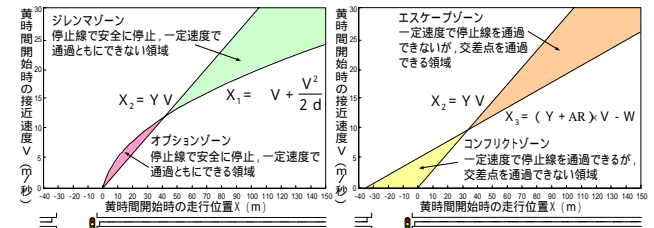


図 - 1 危険領域を構成する 4 領域

3. 調査概要と解析項目

調査は、千葉県八千代市の国道 16 号米本神社前交差点(図-2 参照)で実施した。現状(黄時間 3.0 秒、全赤時間 3.0 秒)の安全性を検証するため、柏方面から千葉方面へ走行する車両をビデオ撮影した。

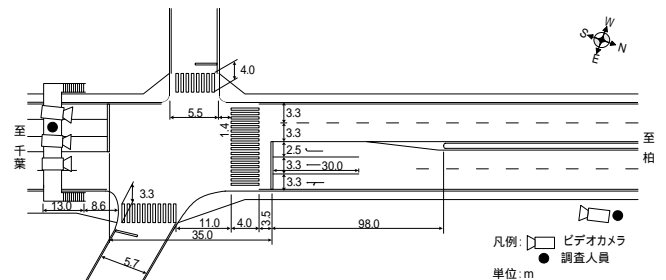


図 - 2 調査地点現況、使用機材と人員の配置

解析項目は、黄時間開始時の走行位置と接近速度の関係、停止時減速度、必要減速度と停止確率の関係、停止線を通過した時間とした。なお、車両挙動に大きな違いが表れる通過最後尾車両(現示切替えの際、最後に通過する車両)と停止先頭車両(現示切替えの際、先頭で停止する車両)を解析対象とした。

4. 解析結果

表-1 に、主な解析項目について、通過最後尾車両と停止先頭車両それぞれの算出結果を示す。図-3 に、黄時間開始時の走行位置と接近速度の関係を示す。危険領域を構成する 4 領域に存在する車両等を図-3 より判別して、表-2 に、その台数と構成率を示す。

危険領域に存在する車両は全体の約 20%を占め、停止先頭車両より通過最後尾車両にその割合は多い。通過最後尾車両と停止先頭車両では、ジレンマゾーンとエスケープゾーンの構成率に大きな違いが見られるが、オプションゾーンとコンフリクトゾーンの構成率はともに僅かである。

表 - 1 主な解析項目の算出結果

項目	単位	平均値 / 中位値を示す	
		通過最後尾車両	停止先頭車両
黄時間開始時の接近速度	(km / 時)	65.5 / 65.2	60.1 / 60.1
	(m / 秒)	18.2 / 18.1	16.7 / 16.7
黄時間開始時の走行位置 (m)		37.4 / 38.9	89.0 / 89.8
停止時減速度 (m / 秒 ²)		2.1 / 1.9	
必要減速度 (m / 秒 ²)		3.4 / 3.1	1.6 / 1.4
黄時間開始から停止線を通過するまでの時間 (秒)	進行方向停止線	0.5 / 2.2	
	対向方向停止線	3.5 / 5.0	

必要減速度...車両が停止線で停止する場合に必要な減速度

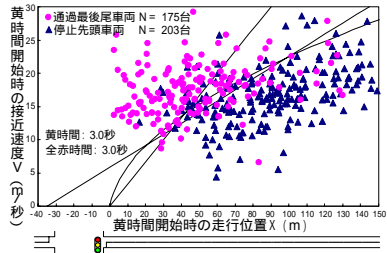


図 - 3 黄時間開始時の走行位置と接近速度の関係

表 - 2 危険領域を構成する 4 領域に存在する車両数

	有効車両	危険領域存在車両	シレマゾーン	オプションゾーン	コンフリクトゾーン	エスケープゾーン	急加速通過車両	急減速停止車両
通過最後尾車両	175	61 (34.9)	40 (22.9)	5 (2.9)	1 (0.6)	55 (31.4)	73 (41.7)	
停止先頭車両	203	26 (12.8)	18 (8.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	24 (11.8)		33 (16.3)
合計	378	87 (23.0)	58 (15.3)	5 (1.3)	1 (0.3)	79 (20.9)	73 (19.3)	33 (8.7)

単位: 台, カッコ内は構成率 (%) ゾーン内で重複車両あり
急加速通過車両については信号無視車両も含む。

5. クリアランス制御導入

クリアランス制御は、接近速度に応じて黄時間と全赤時間を設定する信号制御であり、リアルタイム方式（サイクル毎に即時設定）と時間方式（平日・休日や時間帯毎に事前設定）が挙げられる。それぞれ、式（1）と式（2）より算出した値を用いる方法と、それを現行のクリアランス時間 6.0 秒に補正して用いる方法（以下、前者をA案、後者をB案と表記）を試みた。

表 - 3 に、接近速度レベル別（30km / 時 ~ 90km / 時を 10km / 時毎に 6 区分）に設定した危険領域範囲と黄時間および全赤時間を示す。これらの設定に用いる接近速度は、各レベルの危険領域に存在する車両の平均接近速度とした。なお、クリアランス制御導入効果の検討は、X-V図より危険領域に存在する車両の台数と構成率に着目した。

表 - 3 危険領域範囲とクリアランス時間

接近速度レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
接近速度 (km / 時)	30.0 V < 40.0	40.0 V < 50.0	50.0 V < 60.0	60.0 V < 70.0	70.0 V < 80.0	80.0 V < 90.0
(m / 秒)	8.33 V < 11.1	11.1 V < 13.9	13.9 V < 16.7	16.7 V < 19.4	19.4 V < 22.2	22.2 V < 25.0
危険領域範囲 (m)	14.8 X < 33.3	28.3 X < 48.4	41.7 X < 65.2	50.1 X < 81.4	58.2 X < 98.2	66.6 X < 121.7
A案 黄時間 (秒)	2.5	2.8	3.3	3.7	4.1	4.8
全赤時間 (秒)	3.2	2.8	2.3	1.9	1.7	1.4
B案 黄時間 (秒)	2.6	3.0	3.5	4.0	4.2	4.6
全赤時間 (秒)	3.4	3.0	2.5	2.0	1.8	1.4

接近速度30.0km / 時未満 30.0km / 時に置換
接近速度90.0km / 時超過 制御の対象外

(1) リアルタイム方式

解析結果と表 - 3 より、車両が危険領域に存在するサイクルに対して、黄時間と全赤時間を設定した。

図 - 4 に、その代表例（接近速度レベル6にA案を設定）を示す。危険領域に存在する車両は、6時間調査の結果、現状6台から導入案0台に減少した。

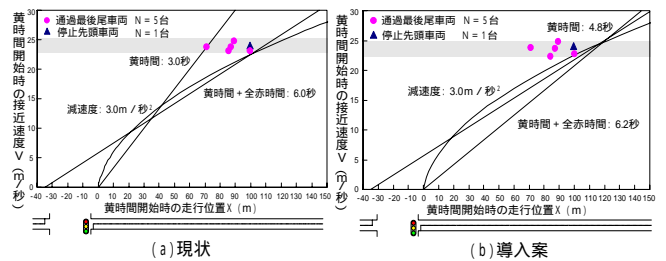


図 - 4 リアルタイム方式による導入効果の代表例 (2) 時間方式

時間方式は、接近速度等の交通状況変動パターンが、15分単位または30分単位で一定と仮定した。そして、解析結果と表 - 3 より、仮定した時間単位毎に平均接近速度を算出して、黄時間と全赤時間を設定した。

図 - 5 に、代表例（15分単位接近速度レベル4にB案を設定）を示す。危険領域に存在する車両は、6時間調査の結果、現状30台から導入案15台に半減した。

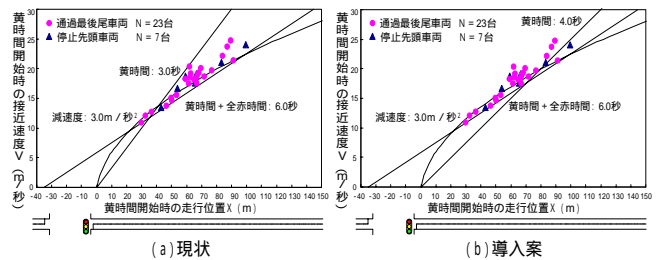


図 - 5 時間方式による導入効果の代表例

表 - 4 に、リアルタイム方式と時間方式それぞれのA案またはB案によるクリアランス制御導入効果を、危険領域に存在する車両の台数と構成率により示す。

表 - 4 接近速度レベル別の導入効果

接近速度レベル		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6	合計	
リアルタイム方式	有効車両	20	49	105	103	56	26	359	
	危険領域存在車両	現状	1 (5.0)	9 (18.4)	16 (15.2)	21 (20.4)	11 (19.6)	6 (23.1)	64 (17.8)
		導入案 A案	0 (0.0)	1 (2.0)	5 (4.8)	1 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (1.9)
		導入案 B案	1 (5.0)	9 (18.4)	10 (9.5)	6 (5.8)	1 (1.8)	0 (0.0)	27 (7.5)
時間方式	有効車両	14	138	199	8			359	
	危険領域存在車両	現状	11 (78.6)	20 (14.5)	30 (15.1)	3 (37.5)			64 (17.8)
		導入案 A案	1 (7.1)	9 (6.5)	13 (6.5)	1 (12.5)			24 (6.7)
		導入案 B案	4 (28.6)	12 (8.7)	15 (7.5)	1 (12.5)			39 (10.9)
	危険領域存在車両	現状	27 (14.4)	37 (21.5)					64 (17.8)
		導入案 A案	13 (7.0)	12 (7.0)					25 (7.0)
導入案 B案		21 (11.2)	19 (11.0)					40 (11.1)	

該当車両が存在しても、制御に反映されない場合は空欄
単位: 台, カッコ内は構成率 (%)

6. 結論と今後の課題

クリアランス制御導入により、危険領域に存在する車両は最大で約 90% 減少することが分かった。また、リアルタイム方式（現状 64 台 導入案 7 台）は時間方式（現状 64 台 導入案 39 台）より有効だが、いずれの方式も有効な手段と言える。

今後は、現状と導入案の比較のほか、クリアランス制御実用前後における比較を要する。

参考文献

- 1) (財) 交通事故総合分析センター：交通統計，2003年4月。