

信号制御が横断歩行者に及ぼす影響

Effects of Traffic Signal Control on Behavior of Crossing Pedestrians

高澤 学^{**}, 赤羽 弘和^{***}

Manabu TAKASAWA, Hirokazu AKAHANE

1. はじめに

本研究は、歩行者の横断挙動と信号制御との関係を調査・分析し、制御の安全性や歩行者の遅れ時間などへの影響を把握することを目的とした。実際の横断歩道において、歩行者用青表示時間と青点滅時間とを変更し、変更の前後における歩行者の挙動をCCTVカメラで撮影・録画した。これに画像処理技術を適用して詳細にデータ化し、制御との関係を分析した。その結果に基づいて、歩行者及び車両の交通信号による制御を、安全性および効率性の面から改善する可能性を探った。

2. 既存の研究

横断歩行者の現示方式に関連する既存の研究は、横断歩行者の安全性の確保という観点と、右左折車の円滑な処理という観点との2種類に分類できる。1サイクルあたりの青表示時間を短くし、青点滅表示時間を長くするという実験では、青表示時間が長くなるほど、また青表示時間に対する青点滅表示時間の比率が高くなるほど、赤表示開始時に横断歩道上にいる横断歩行者の割合は少なくなる傾向にあると言えた¹⁾。そして青表示中に横断を開始し終了した横断歩行者の歩行速度は変更前より変更後の方が高く、変更前の1.46m/sが変更後には1.93m/secとなっていた¹⁾。

また日本の都道府県各地とパリ、マニラなどで県庁もしくは市役所前でラッシュを避けた時間帯で通行人約200人をランダムに選び10m進行するのに要する時間を計測し、歩行速度を割り出した結果、同じ国民でも地域によって歩行速度が異なることが示されている。また東京での平均歩行速度は1.56m/secであった²⁾。

このような実験から、歩行者の安全性の確保という観点から信号制御を検討するだけでなく、円滑な横断挙動という観点からも検討することが重要であることがわかる。

3. 研究方法

(1) 撮影

表-1に、撮影対象及び撮影日時を示す。それぞれの交差点において2箇所の横断歩道を、CCTVカメラにて撮影し、ビデオ録画した。また、図-1のようにCCTVカメラ映像内に射影変換に必要なベンチマークを配置した。

(2) 信号制御の変更内容

表-2に、それぞれの横断歩道における横断歩行者用信号灯器の具体的な変更内容を示す。第一大島小学校前交差点では、青点滅表示時間の青表示に対する割合を試験的に現状(同表で変更前)より高めたのみならず、青と青点滅の合計表示時間も短縮した。

4. 基礎的分析

(1) 青点滅表示時間と安全性の関係

図-2より、横断開始時の信号表示を調べると青点滅表示開始時刻を早めた為に青点滅表示中に横断を開始する横断歩行者の割合が増加している。また、横断終了時の信号表示を調べると同じ理由で青点滅表示中に横断を終了する歩行者の割合が増しているが歩行者現示中に横断を終了できる横断歩行者の割合は増している。

図-3より、サイクル毎で見ても、信号制御変更前では歩行者現示中に横断を終了できない横断歩行者の割合は最大で45%に近いが、信号制御変更後では25%以下に抑えられている。また、信号制御変更前のみに着目すると、歩行者現示中に横断を終了できなかった横断歩行者の割合の高いサイクルが青表示時間の短いサイクルに集中している事がわかる。

そこで横断開始時刻の分布を調べると図-4のよう

* キーワード：交通安全，交通量計測，ITS

** 千葉工業大学

*** 正会員，工博，千葉工業大学，

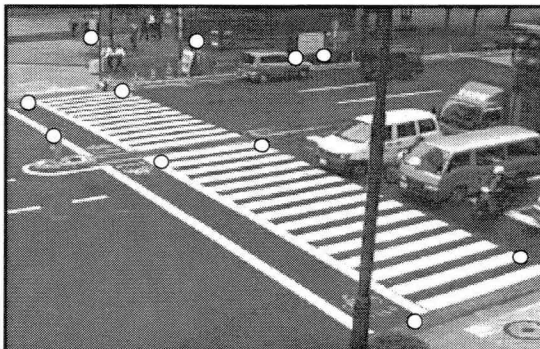
〒275 千葉県習志野市津田沼2-17-1, Tel0474-78-0444, Fax78-0474

表-1 撮影対象と撮影日時

撮影対象	日時	信号制御変更前 平成 12 年 10 月 18 日(水)	信号制御変更後 平成 12 年 10 月 25 日(水)
第一大島小学校前交差点		午前 7 時 30 分～午前 9 時 15 分 (1 時間 45 分)	午前 7 時 30 分～午前 8 時 51 分 (1 時間 21 分)
大手町交差点		午前 11 時 20 分～午後 1 時 06 分 (1 時間 46 分)	午前 11 時 40 分～午後 1 時 25 分 (1 時間 45 分)

表-2 歩行者用信号灯器の信号制御変更内容

交差点	第一大島小学校前交差点				大手町交差点			
横断歩道	横断歩道 1		横断歩道 2		横断歩道 1		横断歩道 2	
信号制御	変更前	変更後	変更前	変更後	変更前	変更後	変更前	変更後
①青表示時間 (平均) [秒]	13～45 (30)	9～15 (14)	29～51 (39)	16～20 (17)	27～39 (31)	12～18 (17)	25～42 (33)	12～27 (19)
①の分散	54.3	0.690	36.8	0.382	10.8	3.79	31.4	18.4
②(青+青点滅)表示時間 (平均) [秒]	21～52 (37)	25～31 (29)	37～59 (46)	33～43 (34)	37～49 (41)	38～44 (43)	35～52 (37)	37～52 (44)
②の分散	54.2	0.691	36.8	2.80	10.9	3.74	31.4	18.2



○：ベンチマーク設置位置

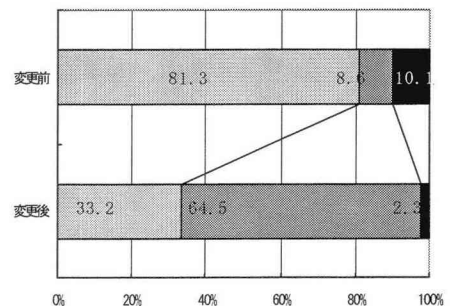
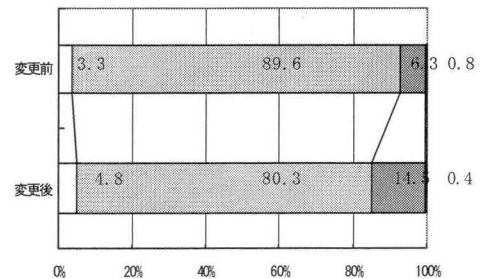
図-1 CCTV カメラ映像とベンチマーク配置図
(大手町交差点カメラ 1)

になり、信号制御変更前よりも変更後の方が横断開始時刻の分布が早まっている。これは、青点滅表示開始時刻を早めることにより安全性が高まる事を意味している。また、非健常者（高齢者及び歩行するのに困難な障害をもった横断歩行者）の横断開始分布は健常者に比べて相対的に早く、このことから非健常者は自分の歩行速度を考慮し安全に横断をしようとしていることが伺える。

(2) 信号表示の違いによる歩行者の挙動の変化

本研究では歩行者の横断速度を、式-1 のように定義し公称平均横断速度と呼ぶ。

$$\text{公称平均横断速度}[\text{m/sec}] = \frac{\text{横断最長}[m]}{\text{横断時間}[s]} \quad (\text{式-1})$$



□ 前赤表示 ■ 青表示
■ 青点滅表示 ■ 赤表示時

図-2 横断開始時刻(上)と横断終了時刻(下)の信号表示
(変更前:2241 人,変更後:2298 人)

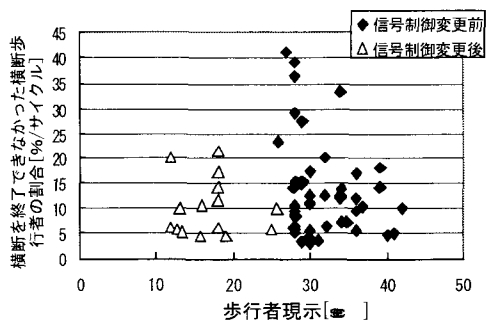


図-3 歩行者現示と横断未了者の割合
(変更前：51 サイクル、
変更後：16 サイクル)

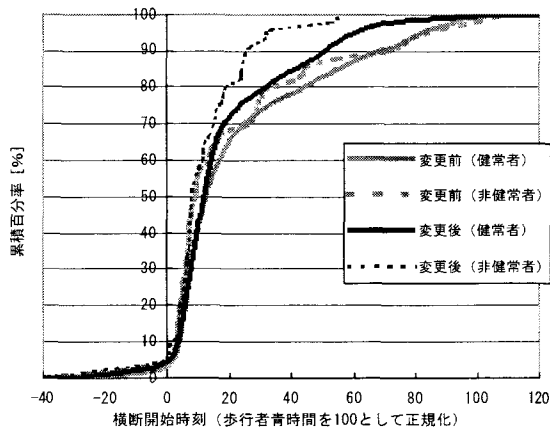


図-4 横断歩行者の横断開始時刻の分布
(変更前：健康者 2189 人、非健康者 49 人
変更後：健康者 2239 人、非健康者 45 人)

図-5 より横断歩行者は青表示時よりも青点滅表示時の方が公称平均横断速度が上昇する。しかし信号制御変更後では青表示時と青点滅表示時の公称平均横断速度の差が減少しており、大手町交差点カメラ 1 については有意水準 5% の t 検定において信号制御変更前後で公称平均横断速度は等しいという結果が得られた (表-3 参照)。前節の結果と合わせると、信号制御変更後では無理な時期に横断を開始する歩行者が減少していると推定される。

(3) 歩行者現示中に横断を終了できなかった横断歩行者の特性

歩行者現示中に横断を終了できなかった横断歩行者について、もしもそのような横断歩行者を赤表示開始時刻までに横断を終了できるようにするために必要な横断開始時刻の繰り上げ量を算定した。その結果、横断開始時刻にかかわらずほぼ等しい繰り上

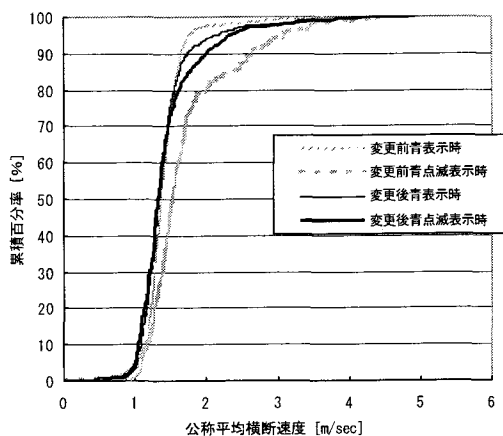


図-5 公称平均横断速度の累積百分率
(大手町交差点横断歩道 1：2710 人)

表-3 信号制御変更後の公称平均横断速度の
平均値の差の検定

	青表示	青点滅
平均	50.1	50.7
分散	834	834
観測数[人]	751	728
プールされた分散	834	
自由度	1477	
t 値	-0.00140	

げ時間が必要であることがわかった。これから、横断開始時刻の遅い横断歩行者は公称平均横断速度がもともと高いと推定された。また図-6 より横断開始時刻と公称平均横断速度との関係を見ると、青表示開始時刻よりも前に横断を開始している横断歩行者、横断開始時刻が遅い横断歩行者については公称平均横断速度が高い。逆に非健康者は公称平均横断速度が低く横断開始時刻が早いことから公称平均横断速度を上げることが困難なのではないかと推定される。

5. 非健康者の公称平均横断速度

表-5 に示すように、非健康者の公称平均横断速度は健康者の 8 割程度であった。図-7 は、青点滅表示開始時刻を 1 として正規化した非健康者の横断開始時刻と、横断終了から赤表示までの時間差 (以下、マージンと称する。) との関係を示す。2 カ所の交差点のいずれにおいても、変更前はマージ

表-5 健常者・非健常者別の公称平均横断速度

		公称平均 横断速度[m/sec]	
		健常者	非健常者
第一大島小学校 前交差点横断歩 道 1	変更前	1.45	1.11
	変更後	1.61	1.28
第一大島小学校 前交差点横断歩 道 2	変更前	1.37	1.14
	変更後	1.40	1.18
大手町交差点 横断歩道 1	変更前	1.47	1.51
	変更後	1.51	1.32
大手町交差点 横断歩道 2	変更前	1.47	1.27
	変更後	1.43	1.23

ンが負となる横断未了者が発生したが、変更後には発生していない。また、変更前後において、大多数の非健常者が青点滅表示開始時刻よりも早く横断し始めていることから非健常者は公称平均横断速度が低いことを認識して、横断開始時刻を早め、安全に横断できるよう心がけていることが伺える。すなわち、制御の変更により、もともと注意深く横断している非健常者の、より安全な横断の実現が期待できる。

6. まとめと今後の課題

住宅地および業務中心に位置する2交差点において、歩行者青と青点滅の表示時間を変更し、歩行者の横断挙動を観測・分析した。その結果、以下のような点が明らかとなった。

- ① 青点滅表示時間が長いほど、また青点滅時間の割合が高いほど、赤表示開始時における横断未了者の割合が減少し、安全性が向上した。
- ② 点滅表示時間が現状より長い方が、横断開始時刻の分布が相対的に早まった。これは、横断歩道到着時に青点滅表示に遭遇する確率が高くなる結果、次サイクルまで横断開始を延期する歩行者の割合が高まるためであると考えられる。
- ③ 点滅表示割合を高めると、青表示時と青点滅表示時とで横断速度の差は減少した。これは、青表示後半の時間的余裕のない横断が減少し、青点滅表示が開始されてからの加速の必要性が減少するものと推定される。
- ④ 点滅の表示開始を早めることにより、設計横断時間が保障されていないことを知らせることにより、もともと注意深く横断している非健常者に、

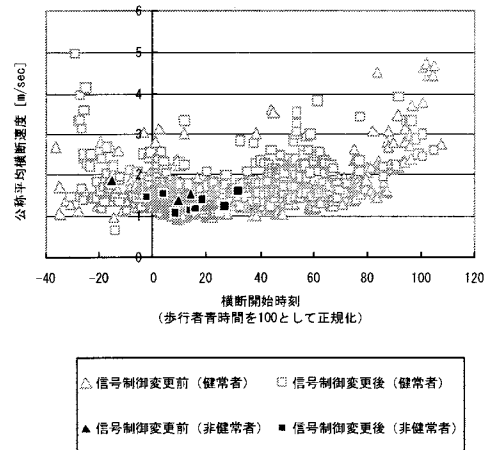


図-6 横断開始時刻と公称平均横断速度
(大手町交差点横断歩道 1)

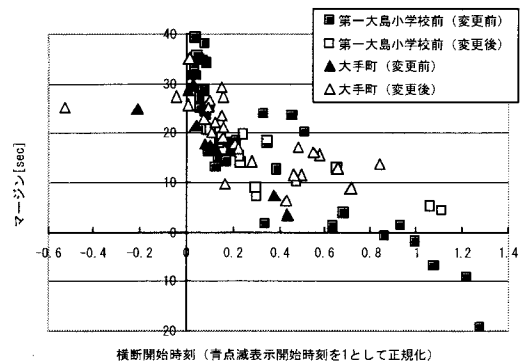


図-7 非健常者の横断開始時刻とマージン

より安全な横断環境を提供する可能性もある。

今後は観測対象の横断歩道をさらに増大させるとともに、歩行者制御と系統信号制御との親和性や ITS 技術等の適用可能性を検討する必要がある。

本研究における実地調査に当たっては警視庁より多大なる協力を受けたことを記し、ここに深謝を表す。しかしながら、本稿の文責は全て著者にあることを、ここに明記する。

参考文献

- ¹⁾ 齋藤 威, 森 健児, 矢野 伸裕:「交通交錯の軽減を意図した歩行者用信号の現示方式に関する一考察」, Vol140, No1, 1999, 3
- ²⁾ 正田 亘:「人間工学」, 佐竹 久男 恒星者厚生閣, 1981, 1