

歩行者用信号の赤残り時間表示に着目した歩行者のフライング横断に関する研究

牛木 隆匡¹・鹿田 成則²・小根山 裕之²・石倉 智樹²

¹学生会員 東京工業大学大学院 理工学研究科 土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)

E-mail:ushiki.t@plan.cv.titech.ac.jp

²正会員 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 都市基盤環境学域

(〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

信号交差点において歩行者の交通ルール違反の1つとして、歩行者要信号が青に変わる前に横断を開始してしまうフライング横断が挙げられる。しかし、フライング横断の要因に関する研究は不十分である。一方で、現在、歩行者用信号に赤残り時間を表示する信号機の導入が進められているが、この信号機をフライング横断防止の観点から評価した研究は少なく、効果の検証が必要である。本研究ではフライング横断の要因分析を通し、赤残り時間表示により、フライング横断の割合が減少するとともに、歩行者の横断開始が法令遵守された正常なタイミングに移行していることを確認した。また、「横断歩道長」、「AR時間」、「PR時間」はフライング横断に大きな影響を与えるとは考えにくいこともわかった。

Key Words : Pedestrian, Crossing behavior, Premature crossing, Waiting time display,

1. はじめに

信号交差点における歩行者の交通ルール違反は重大事故を招きやすい。交通ルール違反の1つとして、歩行者用信号が青に替わる前に横断を開始してしまうフライング横断が挙げられる。このような違反横断が慢性的に行われることは、法令遵守の点から問題であり、さらに、交差点への自動車の無理な侵入時や歩行者が横断開始の判断を誤った時に事故が起こる可能性があり、防止する交通対策が望まれている。

フライング横断の要因は、後述するように様々な要因が考えられる。渡邊・大蔵¹⁾は、歩行者の歩行目的により横断歩道への流入の特性が異なり、歩行目的が通学や通勤であると、フライング横断が多くなることを示した。歩行者の挙動に関しては、歩行目的や年齢、性別などの個人属性が大きな要因になっていることは容易に想像しうるであろうが、横断歩道長などの交差点の幾何的条件、歩行者用信号の各現示の長さなどの信号制御上の条件も歩行者の歩行挙動に影響を与える可能性があるため、重要な要因であると考えられる。

一方、現在、新しい歩行者用信号の形式として、図1のような赤残り時間(待ち時間)を表示する信号機の導入が都市部の歩行者が多い横断歩道で進められている。この信号機の目的は、横断歩道を横断しようとする歩

者に対して待ち時間を明確にし、待ち時間に伴う歩行者の苛立ちを解消することである。しかしながら、赤残り時間表示をフライング横断防止の観点から評価した研究は少ない。その中でも、矢野・森・齋藤²⁾は、フライング横断の抑制効果の現れ方は横断者の通行目的及び時間帯に関連し、通勤時間帯のような横断者の先急ぎ傾向が強い時間帯ではあまり抑制効果がないことを示した。

そこで、本研究では、信号交差点における歩行者のフライング横断を、横断歩道の幾何的条件や信号制御上の条件に着目して分析を行い、赤残り時間表示を有する歩行者用信号機の効果を検証することを目的とした。

なお、本研究におけるフライング横断とは、「歩行者の横断方向と直交する自動車交通の青信号が終了してから歩行者の青が開始するまでの間に横断を開始すること」と定義した。

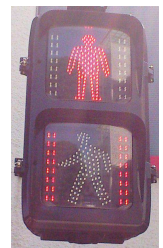


図1 赤残り時間表示信号機の例

2. フライング横断の要因整理

フライング横断の要因は様々考えられるが、本研究では「幾何的要因」、「信号制御要因」、「歩行者属性」、「周辺要因」の4つに分け、詳細な要因を図2に整理した。

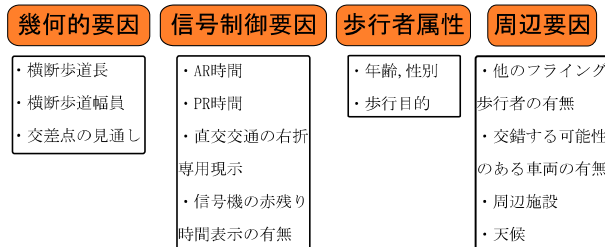


図2 フライング横断の要因図

「幾何的要因」は、信号サイクル長やその交差点が持つ幾何的な条件である。具体的には、横断歩道長や横断歩道幅員、交差点の見通しが挙げられる。歩行者は、交差点内に侵入した自動車と交錯する可能性があると考えられるため、交錯の可能性がある自動車を確認できる交差点構造かどうかは要因の1つである。

「信号制御要因」は、信号の各現示の長さや表示方法である。滞留歩行者が横断直前に経験する全赤時間（歩行者現示の青開始直前の全赤時間：AR時間）は、現示切り替わり時に交差点内にいる車両を一掃するための時間であり、多くの場合2.0~4.0秒の時間であるが、車両にとっても横断歩行者にとっても不安定な状態を生じさせやすい時間である。また、歩行者赤時間（歩行者現示終了時から次の青開始までの赤時間：PR時間）に関して、鳩山ら³⁾はPR時間が長くなるほど苛立ちが増加すると述べている。苛立ちはフライング横断を助長する要因と考えられる。右折専用現示がある場合、右折矢表示の間は右折車だけが走行しそれ以外の車両は停止しており、横断直前の滞留歩行者から見れば交錯する車両が存在せず、意図的にフライング横断を起こしやすい時間と考えられる。右折専用現示の有無はフライング横断の一因となる可能性がある（図3参照）。赤残り時間表示の有無に関しては、前述の通り、苛立ちの解消が目的であるが、フライング横断防止の観点から評価した研究は少ない。

「歩行者属性」は、歩行者の年齢、性別、歩行目的である。特に歩行目的に関しては前述の既存研究の通り、フライング横断に対して大きな影響を与えることが予想される。

「周辺要因」は、その交差点を利用する他の歩行者または自動車の影響、特に駅などの周辺施設、天候などの条件を考慮したものである。他にフライング横断をして

いる歩行者がいると自分もその影響を受けてフライング横断を誘発されることが予想される。交差する車両については、交差点の見通しにも関連する。

フライング横断という歩行者挙動の防止対策という観点からは、対策に直結する幾何的要因および信号制御要因とフライング横断との関連性を確認することが重要である。本研究では、これらの要因の中で、「横断歩道長」、「AR時間」、「PR時間」、「信号機の赤残り時間表示の有無」を対象に分析を行った。

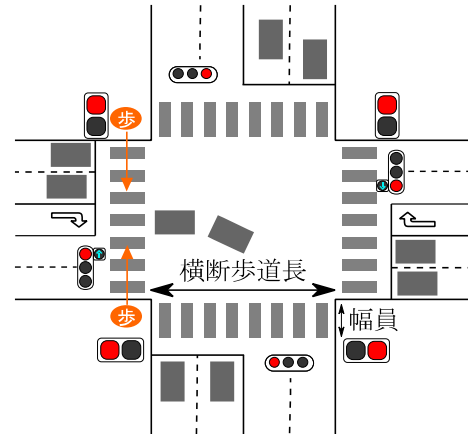


図3 交差点模式図

3. 観測及びデータの収集

本研究は、赤残り時間表示信号機が設置された横断歩道と、設置されていない横断歩道のビデオ観測を行い、赤から青信号へと信号が切り替わる際の横断歩行者の挙動を観測し分析を行う。観測とデータ収集に関しては以下の通りである。

3.1 観測

観測は、2011年11月14日~12月6日の平日午前中に都内6交差点、10横断歩道（赤残り時間表示なし5箇所【F1~F5】、あり5箇所【T1~T5】）においてビデオ撮影を行った。調査場所の選定は、本研究の分析対象である「横断歩道長」、「AR時間」、「PR時間」の条件の違いによる比較が可能で、十分な歩行者量がある横断歩道となるようにした。図4は観測したビデオ画像、表1は観測した横断歩道の諸元と観測サイクル数である。

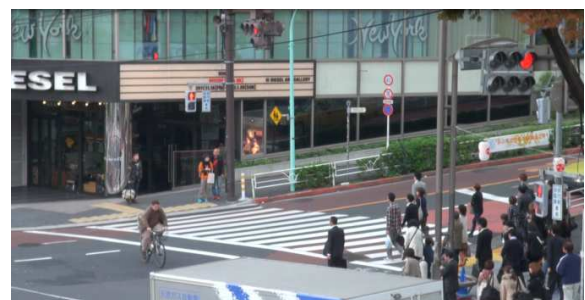


図4 観測した横断歩道のビデオ画像 (T1)

表 1 観測した横断歩道の一覧

横断歩道			横断歩道条件					観測 サイクル数
			横断歩 道長(m)	歩行者青 時間(s)	歩行者赤 時間(s)	全赤 時間(s)	右折専用現 示の有無	
表示 ・ 無	F1	宮下公園・主	15	38	95	3.0	○	125
	F2	並木橋	18	22	91	4.0	○	95
	F3	青山学院前	27	29	112	3.0	○	111
	F4	新宿モノリス前・従	20	32	58	3.0	×	121
	F5	新橋一丁目	21	32	96	3.0	○	36
表示 ・ 有	T1	宮下公園・従	20	21	112	2.0	○	125
	T2	西新宿二丁目	21	67	69	4.0	○	116
	T3	新宿モノリス前・主	21	32	58	3.0	×	150
	T4	新橋・主	20	40	90	3.0	○	65
	T5	新橋・従	20	62	74	2.0	○	78

表 2 横断歩道別の先頭歩行者の横断開始タイミングと信号表示（赤残り時間表示なし）

横断歩道		フライング横断		歩行者青時	フライング率
		右折矢・黄時	全赤時		
表示・無	F1	3.2% (4)	47.2% (59)	49.2% (62)	50.4% (63)
	F2	3.2% (3)	49.5% (47)	47.3% (45)	52.7% (50)
	F3	9.9% (11)	26.1% (29)	64.0% (71)	36.0% (40)
	F4	2.5% (3)	27.3% (33)	70.2% (85)	29.8% (36)
	F5	13.9% (5)	41.7% (15)	44.4% (16)	55.6% (20)

() 内はサイクル数

表 3 横断歩道別の先頭歩行者の横断開始タイミングと信号表示（赤残り時間表示あり）

横断歩道		フライング横断		歩行者青時	フライング率
		右折矢・黄時	全赤時		
表示・有	T1	5.6% (7)	10.4% (13)	84.0% (105)	16.0% (20)
	T2	5.2% (6)	20.7% (24)	74.1% (86)	25.9% (30)
	T3	7.3% (11)	21.3% (32)	71.4% (107)	28.6% (43)
	T4	4.6% (3)	10.8% (7)	84.6% (55)	15.4% (10)
	T5	3.9% (3)	7.7% (6)	88.4% (69)	12.6% (9)

() 内はサイクル数

3.2 データ収集

撮影したビデオ画像は、PC上でのタイムコードの付加、歩行者数の読み取りを行い、以下のように分析に必要なデータを収集した。

(a) 先頭歩行者の横断歩道流入時刻

信号待ちをしている歩行者の中で一番初めに横断歩道内へ流入した歩行者の流入時刻を収集した。

(b) 横断歩道流入人数

青開始前と、青開始後は 0.5 秒刻みで 3.0 秒までの横断歩道内へ流入した歩行者の人数を読み取った。青開始前に横断した歩行者数がフライング横断者数である。

なお、各サイクルにおいて、交差点内へ無理やり侵入する車両などの影響により、歩行者が横断歩道内への侵入が困難なサイクルや、信号待ちの滞留歩行者が存在しないサイクルは対象外とした。

4. フライング横断の実態

4.1 横断歩道への流入挙動

最初に赤残り時間表示がない一般的な横断歩道において、歩行者がどのタイミングで横断を開始しているかを分析した。表 2 は横断歩道別の先頭歩行者の流入タイミングと信号表示との関係を示している。ここから、各横断歩道で信号が青に変わるのを待てず、フライング横断をしてしまった先頭歩行者が全体の約 45% のサイクルで存在していたことがわかる。特に F5 では、13.9% のサイクルで右折矢表示中の横断が見られ、横断開始のタイミングが最も早くなっている。図 5 には、最もフライング率が高かった F1 における先頭歩行者の横断開始のタイミングをより詳細に示す。特に、青開始 0.0~2.0 秒前に横断歩道内へ歩行者が流入しているサイクルが多く見受けられる。

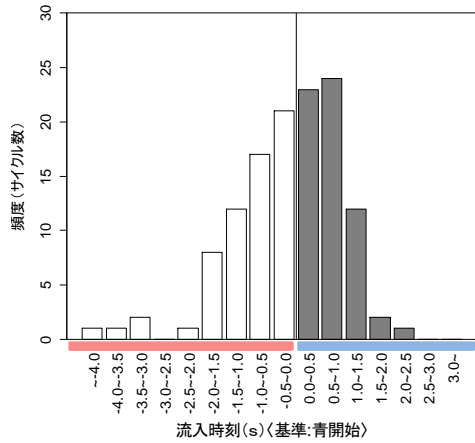
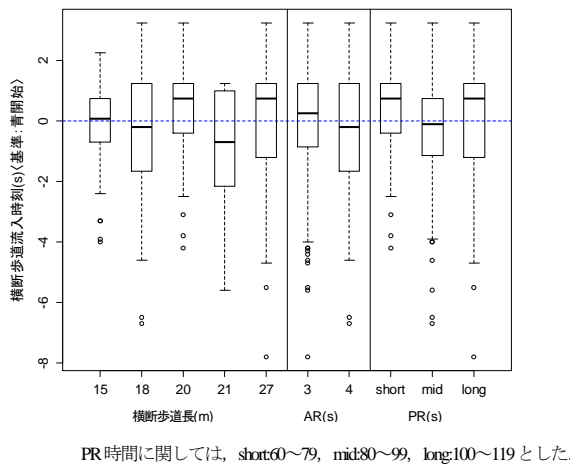


図 5 先頭歩行者の横断歩道流入時刻 (F1)

4.2 赤残り時間表示がない横断歩道における要因分析

フライング横断が行われる要因を分析するため、分析対象とした「横断歩道長」, 「AR 時間」, 「PR 時間」のそれぞれの要因と先頭歩行者の横断歩道流入時刻との関係を図 6 に示す。どの要因に関しても、本研究で観測した横断歩道の条件の範囲では、有意といえる差は見受けられなかった。つまり、フライング横断に関して、影響が大きいと考えられた 3 つの要因は、本研究で用いた横断歩道の条件では大きな影響を与えているとは考えにくい。



PR 時間に関しては、short:60~79, mid:80~99, long:100~119 とした。
図 6 要因別の先頭歩行者の横断歩道流入時刻分布 (赤残り時間表示なし)

5. 赤残り時間表示の効果の検証

5.1 横断歩道への流入挙動

4.1 と同様に、赤残り時間表示がある横断歩道の横断挙動を分析する。表 3 からは、全体の約 80% のサイクルで信号が青に変わるのを待ってから横断を開始したサイクルが見られる。

また、図 7 には T1 における先頭歩行者の横断開始タイミングをより詳細に示す。図 5 で示した赤残り時間表

示のない一般的な横断歩道に比べると、青開始前の流入 (フライング横断) があるサイクルは大変少ない。平均 22% のフライング横断しか存在しなかった。また、青開始 0.0~0.5 秒後に関しても流入が少ない。これは、歩行者が信号機をしっかり目視し、信号が青に変わるのを確認してから横断を開始しているのに起因する反応時間の遅れと考えられる。

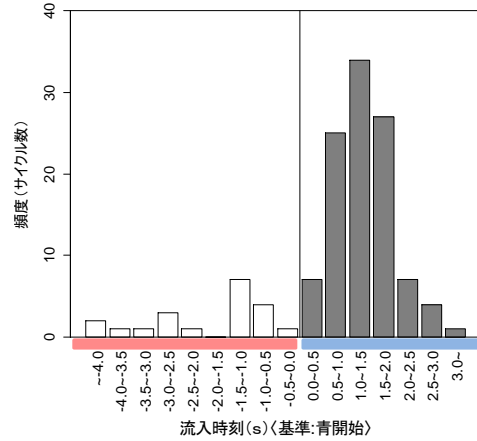
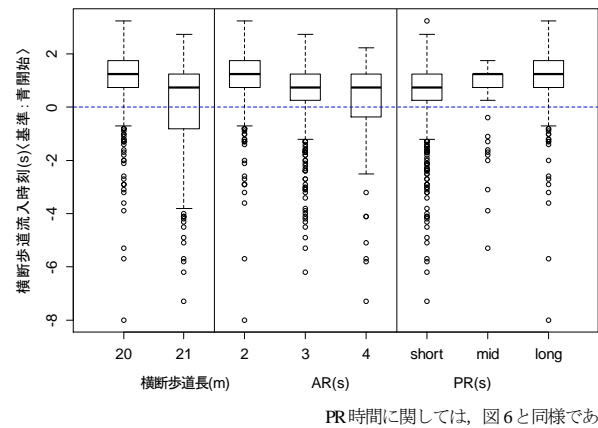


図 7 先頭歩行者の横断歩道流入時刻 (T1)

5.2 赤残り時間表示がない横断歩道における要因分析

4.2 と同様に、先頭歩行者の横断歩道流入時刻を用いて分析を行った結果を図 8 に示す。赤残り時間表示がある横断歩道に関しても、「横断歩道長」, 「AR 時間」, 「PR 時間」の 3 つの要因は本研究で用いた横断歩道の条件では大きな影響を与えているとは考えにくい。



PR 時間に関しては、図 6 と同様である。
図 8 要因別の先頭歩行者の横断歩道流入時刻分布 (赤残り時間表示あり)

5.3 横断歩道内流入挙動の比較

すべての横断歩道における流入挙動の累積度数を取ったグラフを図 9 に示す。このグラフにより、赤残り時間表示の効果は明確に見てとれる。赤残り時間表示がない横断歩道と表示がある横断歩道を比較すると、累積分布の位置が 2 つに明確に分離している。表示のない横断歩道では分布の半数が青開始前に横断開始しており、これ

に対して表示のある横断歩道では青開始後に急激に横断開始が行われている。

図9の結果は、フライング横断が半数程度存在していた表示のない横断歩道の分布が表示を設置することによって青時間の進行方向に分布が移動したとみることができる。さらに表示のある横断歩道では、青開始直後に横断する先頭歩行者は少なく、その後急激に増大しており、信号表示にしたがって歩行者が横断歩道に流入していく状況を示しているといえる。

これらのことから赤残り時間表示は、先頭歩行者の横断歩道流入時刻分布を、法令遵守した時の正常な流入時刻分布に移行させる可能性があることを示している。

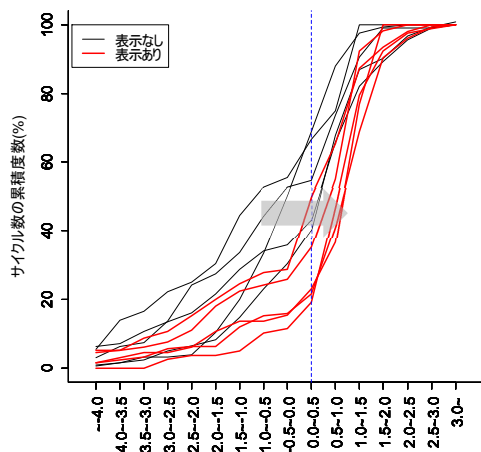


図9 先頭歩行者の横断歩道流入時刻の累積度数

6. まとめと今後の課題

本研究では、歩行者の横断歩道における危険、違反行為であるフライング横断の基礎的研究として「横断歩道長」、「AR 時間」、「PR 時間」、「信号機の赤残り時間表示の有無」に着目して要因分析を行い、以下の結果を得た。

- ・ 本研究の分析対象とした横断歩道の条件の範囲では、「横断歩道長」、「AR 時間」、「PR 時間」はフライング横断に対して大きな影響を与えようとは考えにくい。
- ・ 歩行者用信号の赤残り時間表示により、フライング横断の割合を減少させるとともに、横断歩行者の横断歩道への流入開始のタイミングを法令遵守した時の正常な挙動へと移行させることができる。

また、本研究はフライング横断という新たな交差点、横断歩道の評価手法を検討するための基礎的な研究であり、以下のように様々な課題があげられる。本研究とその課題を含めて今後、さらなる研究の必要がある。

- ・ 研究に用いる交差点、横断歩道の条件のバリエーションを増やすこと。
- ・ 分析に必要なデータ項目を確立し、データ収集の効率化を図る。

参考文献

- 1) 渡邊健司, 大蔵泉: 信号現示の変わり目における歩行者の挙動特性, 土木学会第47回年次学術講演会, 1992, pp.592-593
- 2) 矢野伸裕, 森健二, 齋藤威: 待ち時間表示装置のフライング横断抑制効果に関する検討, 科学警察研究所報告交通編 Vol.39 No.1, 1989, pp.35-39
- 3) 鳩山紀一郎, 家田仁: 時空間インフォーマティビティの概念によるITS指向型交差点設計手法, 第2回ITSシンポジウム2003 Proceedings, pp.173-178

(?)